

**Développement d'un indice de vitalité dérivé à partir du Hexoskin afin  
d'obtenir une mesure d'angine digitale et raffiner l'étude de la maladie  
cardiaque athérosclérotique**

**Robert Avram**

Présenté au programme de Sciences Biomédicales

Faculté de Médecine

31 Décembre 2018

Mémoire présenté à la Faculté de Médecine

En vue de l'obtention du grade de Maîtrise en Sciences

Sciences Biomédicales

Option Recherche Clinique

Université de Montréal

Faculté de Médecine

© Robert Avram

Robert-calin.avram@umontreal.ca

Ce mémoire intitulé :

# Développement d'un indice de vitalité dérivé à partir du Hexoskin afin d'obtenir une mesure d'angine digitale et raffiner l'étude de la maladie cardiaque athérosclérotique

Présenté par

**Robert Avram**

A été évalué par un jury composé de :

**Dr Marc Jolicoeur**

Directeur de Recherche

**Dr Brian Potter**

Président-rapporteur no. 1

**Dr Michel White**

Membre du jury no.1

# Résumé

## Introduction

Jusqu'à la moitié des patients souffrant d'angine de poitrine vont continuer à être symptomatiques malgré une revascularisation coronarienne pour leur angine. Par ailleurs, l'évaluation de l'angine souffre du biais d'adaptation au seuil ischémique, phénomène par lequel les patients réduisent leur niveau d'activité physique pour limiter leurs symptômes. L'étude NOVA-SKIN (NCT02591758) utilise une veste intelligente (Hexoskin™) afin de (i) valider l'électrocardiogramme (ECG) de cette veste avec le Holter et l'épreuve d'effort (ii) dériver un "indice de vitalité" à partir des mesures biométriques de la veste, afin d'ajuster les mesures conventionnelles d'angine pour le biais d'adaptation au seuil ischémique et dériver des mesures d'angine digitale et (iii) évaluer si la réadaptation cardiaque à domicile peut être surveillée à distance avec le Hexoskin.

## Méthodes

Trente patients référés pour angiographie coronarienne pour leur angine réfractaire au traitement médical ont complété une épreuve d'effort et ont porté la veste Hexoskin (avec enregistrement simultané d'Holter) pendant 48 heures, 2 semaines avant leur examen. Les patients furent revus 2 semaines après la revascularisation coronarienne percutanée ou 6 semaines après la chirurgie cardiaque s'ils ont eu des pontages, où ils ont porté la veste Hexoskin avec Holter pendant 48 heures et fait une épreuve d'effort. Nous avons dérivé un indice de vitalité digital (Indice de vitalité = fréquence cardiaque \* activité) chez chaque patient pour les deux enregistrements de la veste. Nous avons dérivé des mesures d'angine digitale en divisant ou multipliant (selon la direction de l'effet post coronarographie attendu) les mesures d'angine conventionnelle (classe SCC, pointage de qualité de vie, décompte de nitroglycérine et décompte d'angine) par l'indice de vitalité propre au patient. Nous avons comparé les différences (pré- et post-coronarographie) de mesures d'angine ajustées pour l'indice de vitalité dérivé à partir d'une veste intelligente (« angine digitale ») avec les mesures d'angine conventionnelles non ajustées. Les participants devaient ensuite compléter 6 sessions de réadaptation cardiaque à domicile sur une période de 1 mois. Une corrélation de Pearson fut obtenue entre la fréquence cardiaque de l'ECG de l'Hexoskin et celle du Holter et du tapis roulant. L'indice de vitalité pré et post-angiographie fut comparé en utilisant un test  $t$  et nous avons mesuré la taille de l'effet du traitement de l'angine dans le même patient, pour les mesures ajustées et non ajustées d'angine.

## Résultats

Trente patients, âgés de  $68.0 \pm 7.0$  ans, majoritairement des hommes ( $n=28$ ; 93.3%) ont subi une angiographie coronarienne et ont été traités, pour leur angine, de façon percutanée ( $n=20$ ; 66.7%), avec pontages ( $n=6$ ; 20.0%) ou avec traitement médical ( $n=4$ ; 13.3%). Tous les patients étaient en rythme sinusal au départ. La fréquence cardiaque obtenue avec l'ECG de l'Hexoskin avait une corrélation très forte avec celle obtenue avec l'ECG du tapis roulant ( $r=0.95$ ) et forte avec l'Holter ( $r=0.85$ ). L'indice de vitalité a augmenté de manière significative ( $2.30 \pm 1.38$  pré vs  $2.70 \pm 1.12$  post-traitement de l'angine;  $p=0.05$ ). Les mesures d'angine digitale ayant montré une différence plus importante que les mesures conventionnelles sont le décompte hebdomadaire de nitroglycérine, l'échelle de santé globale du SF-36, la durée d'effort sur le tapis roulant et le nombre de METS maximal. Par ailleurs, chez les patients classifiés comme non-répondants au traitement de l'angine par mesures conventionnelles, les mesures d'angine digitale suivantes se sont améliorées de façon significative: classe SCC, décompte hebdomadaire d'angine, questionnaire d'angine de Seattle et la durée d'effort pendant l'épreuve d'effort. Aucun événement cardiovasculaire ne s'est produit durant la réadaptation cardiaque à domicile et 93.3% des patients ont complété les 6 sessions.

## **Conclusion**

Dans notre étude pilote, l'ECG de Hexoskin a obtenu des mesures de fréquence cardiaque valides lorsque comparées au Holter et au tapis d'effort. L'incorporation d'un indice de vitalité obtenu à partir d'une veste intelligente a permis d'ajuster des mesures d'angine pour celui-ci et obtenir une angine digitale. La mesure d'angine digitale a une plus grande taille de l'effet post traitement de l'angine par revascularisation et peut détecter davantage de changements, au-delà des mesures d'angine conventionnelles. Cela est plus marqué chez les patients initialement classifiés comme "non-répondants" au traitement de l'angine. La réadaptation cardiaque à domicile fut sécuritaire et complétée par la majorité des patients.

**Mots clés :** Angine, maladie cardiaque athérosclérotique, m-santé, technologie, veste, biométrie, indice de vitalité, biais angine, revascularisation, santé mobile

# Abstract

## Introduction

Up to half of coronary artery disease patients will remain symptomatic of angina, despite coronary revascularization. Moreover, the assessment of angina suffers from the ischemic threshold adaptation bias where patients will restrict their physical activity level in order to minimize their angina symptoms. The NOVA-SKIN study (NCT02591758) was designed to use a novel “smart clothing” (Hexoskin™) to (i) validate the electrocardiogram (ECG) signal of against traditional Holter and Treadmill stress tests (ii) to derive a ‘vitality index’ using the biometric measures obtained from the Hexoskin in order to adjust conventional angina assessment metrics to account for the ischemic threshold adaptation bias and derive a digital measure of angina and to (iii) assess if home cardiac rehabilitation can be remotely monitored using the Hexoskin system.

## Methods

Thirty stable angina patients referred for coronary angiography for refractory angina underwent a treadmill stress test and then simultaneously wore the Hexoskin vest and a traditional Holter monitor for 48 hours, 2 weeks before their exam. The patients were followed up 2 weeks after the percutaneous coronary intervention and 6 weeks after their cardiac surgery if they had coronary artery bypass graft. During the follow-up visit, they wore the vest with a Holter monitor for 48 hours and underwent another treadmill stress test. We obtained an average vitality index pre- and post-angiogram ( $\text{Vitality index} = \text{heart rate} * \text{activity}$ ) using recordings from the vest. We also obtained health related questionnaires during the same timeframe. We compared differences in conventional angina metrics adjusted for the vitality index (“digital angina”) with the conventional metrics unadjusted for the vitality index, pre- and post-coronary angiography. Patients then had to complete 6 home cardiac rehabilitation sessions during a 1-month period. Pearson correlation was obtained between the heart rate (HR) derived from the ECG of the vest and the HR of the Holter and treadmill stress test. The vitality index pre and post-angiography was compared using a *t*-test. We derived digital angina metrics by dividing or multiplying (according to the direction of the effect expected post-coronarography) the conventional angina metrics. Then we measured the effect size of the angina treatment and compared it between adjusted and unadjusted metrics within the same patient.

## Results

Thirty patients aged  $68.0 \pm 7.0$  years (93.3% men;  $n=28$ ) were enrolled in the study. Patients were treated with percutaneous coronary intervention ( $n=20$ ; 66.7%), coronary artery bypass grafting ( $n=6$ ; 20.0%) or medical therapy ( $n=4$ ; 13.3%). The heart rate from ECG signal of the Hexoskin demonstrated a very strong correlation with that of the treadmill stress test ECG ( $r=0.95$ ) and a strong correlation with the Holter ( $r=0.85$ ). The vitality index increased significantly from  $2.30 \pm 1.38$  to  $2.70 \pm 1.12$  ( $p=0.05$ ). The digital angina metrics (adjusted for the vitality index) that were found to be more responsive to the treatment of the angina than conventional were: the weekly nitroglycerin count, the global health sub-scale of the SF-36, the treadmill stress test length and the peak METs. Furthermore, in patients classified as non-responders to the treatment of angina by conventional metrics, the digital angina measures improved significantly, when looking at the CCS class, the weekly angina count, the Seattle Angina Questionnaire metrics and the duration of exercise on the treadmill stress test. No adverse events occurred during home cardiac rehabilitation and 28 patients completed all 6 sessions wearing the Hexoskin.

## Conclusion

In our pilot study, the Hexoskin ECG was well correlated with standard HR measurement using a treadmill ECG or a Holter. Adjusting conventional metrics for the vitality index allows for greater sensitivity in gauging the effect of revascularization on angina than conventional metrics alone, particularly for patients who would be considered non-responders to their treatment based on conventional metrics. Home cardiac rehabilitation was safe and was completed by most patients.

**Keywords:** Angina, coronary artery disease, mobile health, m-health, technology, vest, biometric, vitality index, angina assessment biases, revascularization.

# Sommaire

<b>Résumé.....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>4</b>
<b>Sommaire .....</b>	<b>6</b>
<b>Tableau .....</b>	<b>9</b>
<b>Figures .....</b>	<b>11</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>12</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>15</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>16</b>
<b>Survol de l'angine et du projet .....</b>	<b>16</b>
<b>Diagnostic de l'angine.....</b>	<b>17</b>
Difficultés pour le chercheur d'évaluer l'angine.....	18
Évaluation de la sévérité des symptômes de l'angine.....	19
Évaluation de la composante ischémique associée à l'angine .....	24
Seuils d'amélioration de l'angine.....	31
L'actigraphie cardiaque .....	32
Réadaptation cardiaque chez les patients souffrant d'angine.....	34
<b>Utilisation du « m-Santé » et des biocapteurs en médecine .....</b>	<b>35</b>
<b>Objectifs .....</b>	<b>39</b>
<b>Méthodes.....</b>	<b>41</b>
Population de l'étude.....	41
Interventions .....	42

Corrélation du Hexoskin avec l'Holter et l'épreuve d'effort .....	47
Développement de l'indice de vitalité .....	48
Validation de l'indice de vitalité et normalisation des mesures de l'angine pour la vitalité .....	50
Analyses statistiques .....	56
<b>Résultats .....</b>	<b>57</b>
<b>Résultat de la procédure et de la coronarographie .....</b>	<b>57</b>
<b>Validation du signal électrocardiographique de la veste Hexoskin .....</b>	<b>63</b>
<b>Évolution des mesures obtenues avec le Hexoskin .....</b>	<b>68</b>
<b>Développement et validation de l'indice de vitalité .....</b>	<b>72</b>
Étude de validation .....	74
Étude de répétabilité.....	78
Réponse à la coronarographie.....	78
<b>Surveillance à distance du programme de réadaptation cardiovasculaire.....</b>	<b>88</b>
<b>Observance de la veste et niveau de confort .....</b>	<b>92</b>
<b>Discussion .....</b>	<b>92</b>
<b>L'Hexoskin est valide, offre de nouvelles possibilités, mais est teinté d'artefacts .....</b>	<b>93</b>
<b>Difficultés dans le diagnostic de la maladie coronarienne .....</b>	<b>95</b>
<b>L'indice de vitalité et des nouvelles mesures « d'angine digitale » .....</b>	<b>96</b>
<b>L'Hexoskin permet de surveiller les patients lors de la réadaptation cardiaque à domicile.....</b>	<b>99</b>
<b>Limitations .....</b>	<b>100</b>
<b>Conclusions .....</b>	<b>102</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>104</b>
<b>Supplément A – Classe d'angine SCC.....</b>	<b>117</b>



<b>Supplément B – Critères d’inclusion et d’exclusion .....</b>	<b>117</b>
<b>Supplément C – Questionnaires .....</b>	<b>119</b>
Index de Sensibilité à l’Anxiété .....	119
GAD-7 .....	121
SF-36 .....	123
Questionnaire d’angine de Seattle .....	129
Questionnaire de confort .....	132
Description de l’angine .....	135
<b>Supplément D – Journal d’angine .....</b>	<b>140</b>
Journal d’angine régulier .....	141
Journal d’angine étendu .....	141
<b>Supplément E – Définitions d’arythmie .....</b>	<b>143</b>
<b>Supplément F – Résultats selon le type de revascularisation coronarienne .....</b>	<b>144</b>
<b>Supplément G – Évolution des mesures d’évaluation du l’angine chez ceux traités médicalement. ....</b>	<b>146</b>

# Tableau

Tableau 1. Méthode d'évaluation de la sévérité de l'angine .....	21
Tableau 2. Évaluation de la capacité fonctionnelle et de la qualité de vie.....	23
Tableau 3. Diagnostics rendant ininterprétable pour le segment ST sur l'électrocardiogramme dans un contexte d'épreuve d'effort sur tapis .....	26
Tableau 4. Évaluation de la composante ischémique reliée à l'angine.....	29
Tableau 5. Définition du statut de répondant au traitement de l'angine .....	31
Tableau 6. Mesures enregistrées par l'Hexoskin .....	49
Tableau 7. Développement de l'indice de vitalité .....	55
Tableau 8. Données démographiques.....	60
Tableau 9. Résultats de la coronarographie et stratégie de traitement de l'angine.....	62
Tableau 10. Validation du Hexoskin avec l'Holter et l'épreuve d'effort .....	67
Tableau 11. Évolution des mesures du Hexoskin.....	69
Tableau 12. Évolution de l'indice de vitalité.....	81
Tableau 13. Évolution de l'indice de vitalité chez les non-répondants au traitement de l'angine .....	86
Tableau 14. Évolution des mesures d'angine et taille de l'effet post traitement, ajustées et non ajustées pour l'indice de vitalité, chez les non-répondants au traitement de l'angine .....	87
Tableau 15. Résultats du programme de réadaptation cardiaque à domicile .....	89
Tableau 16. Avantages et limites du Hexoskin .....	100

Tableau 17. Classe d'angine - SCC.....	117
--	-----

Tableau 18. Critères d'inclusion et d'exclusion .....	117
---	-----

# Figures

Figure 1. Le Hexoskin.....	38
Figure 2. Déroulement de l'étude .....	43
Figure 3. Mesures ajustées pour l'indice de vitalité .....	52
Figure 4. Recrutement des patients .....	59
Figure 5. Variation du ratio d'artéfacts en fonction de l'heure d'enregistrement .....	64
Figure 6. Courbes de Bland-Altman pour la fréquence cardiaque moyenne .....	65
Figure 7. Distribution des valeurs des différentes mesures de l'Hexoskin .....	70
Figure 8. Évolution circadienne des mesures du Hexoskin .....	71
Figure 9. Histogramme de la distribution des valeurs de l'indice de vitalité, obtenues à chaque heure.....	73
Figure 10. Évolution circadienne de l'indice de vitalité .....	74
Figure 11. Validation de l'indice de vitalité - Carte thermique des corrélations entre l'indice de vitalité et les autres mesures collectées.....	76
Figure 12. Validation de l'indice de vitalité - Carte thermique des corrélations entre la différence de l'indice de vitalité et des autres mesures collectées pré- et post-coronarographie .....	77

## Liste des abréviations

- Acta : Activité
- ASI : « Anxiety Sensitivity Index »
- ASI-CGF : Fonction cognitive globale
- ASI-PCS : Composante de pointage physique
- ASI-SCF : Composante de pointage social
- Batt : Nombre de QRS analysés
- Cad: Cadence
- ECG : Électrocardiogramme
- Fc: Fréquence cardiaque
- Fr : Fréquence respiratoire
- GAD: « General Anxiety Disorder » ou trouble d'anxiété généralisé
- ICP : Intervention coronarienne percutanée
- MCAS : Maladie coronarienne athérosclérotique
- PAC : Pontage aorto-coronarien
- QAS : Questionnaire d'angine de Seattle
- QAS-FA : Fréquence de l'angine, tel que mesuré par le questionnaire d'angine de Seattle
- QAS-SA : Stabilité de l'angine, tel que mesuré par le questionnaire d'angine de Seattle
- QAS-LP : Limitation physique, tel que mesuré par le questionnaire d'angine de Seattle
- QAS-ST : Satisfaction du traitement, tel que mesuré par le questionnaire d'angine de Seattle
- QAS-PM : Perception de la maladie, tel que mesuré par le questionnaire d'angine de Seattle
- SCC : Société Canadienne de Cardiologie
- SF36 : “Short Form-36” – Court Questionnaire de Santé générale.
- SF36-BP: Limitations due à la douleur, tel que mesuré par le SF-36

- SF36-GH: Santé Globale, tel que mesuré par le SF-36
- SF36-MCS: Composante de pointage mental, tel que mesuré par le SF-36
- SF36-MH : Santé mentale, tel que mesurée par le SF-36
- SF36-PCS : Composante de pointage physique, tel que mesuré par le SF-36
- SF36-PF : Fonction physique, tel que mesuré par le SF-36
- SF36-RP : Limites dues aux problèmes sociaux/émotionnels, tel que mesuré par le SF-36
- SF36-SF : Fonctionnement social, tel que mesuré par le SF-36
- SF36-VT : Énergie/vitalité, tel que mesuré par le SF-36
- TA : Tension artérielle

*“Il n’y a rien de bon ni de mauvais sauf ces deux choses : la sagesse qui est un bien, l’ignorance qui est un mal.”*

*-Platon, -428 - -348*

*“If you get up in the morning and think the future is going to be better, it is a bright day.”*

*-Elon Musk, 1971 –*

## Remerciements

*À ma fiancée, Dr Lilliane Nguyen qui a enduré les longues nuits et fins de semaine d'extraction des données et d'analyse reliant ce projet et des lendemains de garde passés au chevet des patients de recherche de NOVA-SKIN*

*À Dr Marc Jolicoeur qui a su instaurer en moi la passion de la recherche et pour laquelle il éprouve une passion plus que contagieuse.*

*À Joëlle Pion-Massicote, qui fut d'une collaboration exemplaire et qui a participé au suivi technique de ce projet.*



# Introduction

## Survol de l'angine et du projet

La première manifestation de la maladie cardiovasculaire athérosclérotique (MCAS) est l'angine<sup>1</sup>. Celle-ci fut définie en 1812 par John Warren comme une oppression rétrosternale qui augmente avec les efforts et diminue avec le repos et qui est secondaire à un manque d'apport sanguin au cœur<sup>1</sup>. L'expérience de cette douleur constitue un phénomène dynamique et complexe qui est spécifique à chaque individu. L'angine peut être traitée par un traitement médical, une intervention coronarienne percutanée (ICP) ou des pontages aorto-coronariens (PAC)<sup>2</sup>. Malgré ces options thérapeutiques, l'évaluation de la sévérité de l'angine demeure un défi considérable, limitée d'une part par la perception subjective du patient face à ses symptômes et l'impact fonctionnel de l'angine et d'autre part par les questionnaires standardisés et échelles de gradation de l'angine mis à la disposition du clinicien<sup>3-7</sup>. Aucun des outils disponibles pour évaluer ou quantifier l'angine ne tient compte de *l'adaptation au seuil ischémique*<sup>8</sup>. On entend par adaptation ischémique, le phénomène par lequel les patients réduisent leur niveau d'activité physique pour limiter leurs symptômes<sup>8</sup>. Par exemple, les patients souffrant d'une maladie chronique comme l'angine peuvent réduire leur niveau d'activité physique en dessous de leur seuil ischémique, ce qui diminue la fréquence des épisodes d'angine et se traduit par une fausse perception d'amélioration des symptômes d'angine, ou à tout le moins à une diminution des épisodes angineux. Cet exemple illustre le besoin de co-évaluer le niveau d'activité physique et l'angine. Les outils disponibles pour mesurer l'angine se basent surtout sur le rapport des symptômes d'angine par le patient à un moment précis dans le temps. Ils ne capturent pas sa nature phasique et ne permettent pas de contrôler pour l'adaptation ischémique<sup>9,10</sup>.

L'Hexoskin<sup>TM</sup> est une veste biométrique qui surveille en continu des données physiologiques de l'individu qui la porte. Mesurées dans la vie de tous les jours, les données biométriques permettent de tracer un portrait précis de l'activité cardiovasculaire d'un individu (« actigraphie cardiaque ») et pourraient ainsi quantifier l'angine ressentie par le patient en lien avec son niveau d'activité cardiovasculaire.

Cette introduction vise d'un part à décrire les outils utilisés par les cliniciens et les chercheurs pour évaluer l'angine, et d'autre part à discuter de la réadaptation cardiovasculaire à domicile chez les patients souffrant d'angine pour finalement décrire comment l'utilisation de technologie de « m-Santé »<sup>11</sup> et de la veste biométrique peut être utilisée pour raffiner l'évaluation de l'angine. L'étude clinique NOVA-SKIN décrite dans ce mémoire présente la validation de l'Hexoskin comme outil de mesure de l'actigraphie cardiaque chez des participants souffrant d'angine de poitrine et référés pour une coronarographie en vue d'une revascularisation. Les buts de cette étude sont 1) de valider le tracé d'électrocardiogramme (ECG) du Hexoskin (fréquence cardiaque (Fc) moyenne et détection d'arythmies) avec l'électrocardiogramme obtenu durant l'épreuve d'effort et durant le Holter; 2) de dériver un indice de vitalité qui permettra en clinique et en recherche de capturer l'actigraphie cardiaque d'un individu et d'ajuster les symptômes d'angine du patient en fonction de celle-ci; 3) d'évaluer la faisabilité et la sécurité de l'utilisation du Hexoskin afin de surveiller un programme de réadaptation cardiaque à domicile.

## **Diagnostic de l'angine**

Classiquement l'angine est décrite comme une malaise (douleur/lourdeur/pression) rétrosternale qui peut irradier à la mâchoire, au cou, aux épaules ou aux bras, provoquée par l'exercice, le stress émotionnel ou après les repas, et soulagée dans un intervalle de 5 minutes avec le repos ou l'utilisation de dérivés nitrés. Bien que d'autres étiologies plus rares, telles que l'angine vasospastique, la dysfonction microvasculaire et même encore le syndrome du cœur sensible contribuent à la phénoménologie angineuse, l'étiologie la plus fréquente est la MCAS prenant la forme d'obstruction des artères épicaudiques<sup>1,6</sup>. Nous nous concentrerons d'ailleurs sur l'angine secondaire à la MCAS dans le présent mémoire. L'angine et ses conséquences peuvent être quantifiée de trois façons : en évaluant directement la sévérité des symptômes d'angine, en déterminant les répercussions sur la capacité fonctionnelle et la qualité de vie en lien avec l'angine et en finalement en mesurant la charge ischémique associée à la MCAS.

## ***Difficultés pour le chercheur d'évaluer l'angine***

Les chercheurs utilisent fréquemment la sévérité ou la présence d'angine comme point d'aboutissement dans les études cliniques<sup>8</sup>. L'angine, en étant une maladie chronique, présente une fluctuation des symptômes en intensité et en sévérité, en fonction de facteurs qui ne sont pas nécessairement reliés à la progression ou à la sévérité de maladie athérosclérotique. Dans un contexte de recherche, plusieurs biais viennent compliquer l'interprétation de la variation de l'angine en réponse à un traitement<sup>8</sup>.

L'**effet placebo** est l'effet le plus important rendant l'évaluation de l'angine et de ses traitements très difficile<sup>12</sup>. Par exemple, dans l'essai clinique COSIRA, 104 patients avec angine réfractaire et MCAS non revascularisable furent assignés à soit l'implantation de dispositif rétrécissant le sinus coronaire ou à une fausse intervention pour mimer l'intervention, aussi appelée « sham-controlled »<sup>13</sup>. Dans le groupe témoin, ayant subi fausse intervention, 42% des patients se sont améliorés d'au moins une classe d'angine CCS après 6 mois sans qu'aucun changement ne soit fait à leur traitement médical. Similairement, dans une étude sur la revascularisation transmyocardique par laser, 30% des patients dans le groupe « contrôle », donc sans intervention, ont vu une amélioration de leur classe d'angine et de la durée sur l'épreuve d'effort<sup>14,15</sup>.

Le **biais de régression** vers la moyenne, observé en raison de la nature phasique de l'angine, décrit le phénomène où les patients consultent leurs médecins lorsque leurs symptômes angineux sont à leur sommet. Par après, leurs symptômes ont tendance à s'améliorer avec le temps, peu importe l'intervention. Ce phénomène a été observé dans l'étude de *Kandzari et al*, où 1189 patients souffrant d'angine traités médicalement (sans revascularisation coronarienne) ont été comparés à un groupe de référence où les patients étaient revascularisés, soit par ICP ou par PAC<sup>3</sup>. Un an après le début de l'étude, plus de la moitié des patients traités médicalement n'avaient plus d'angine. Ce taux était similaire à celui observé chez les patients revascularisés.

Le **biais d'adaptation au seuil ischémique** s'explique par la réduction du niveau d'activité physique du patient sous leur seuil ischémique, afin de diminuer la fréquence et sévérité de ses symptômes d'angine<sup>8</sup>. Ainsi, en limitant leur niveau d'activité, les patients rapportent moins d'angine, laquelle peut être

interprétée à tort par les cliniciens et chercheurs comme une amélioration de l'angine <sup>8</sup>. Inversement, un patient peut aussi s'adapter à l'effet favorable d'un nouveau traitement (par exemple une nouvelle médication anti-angineuse ou à la revascularisation coronarienne) en augmentant le niveau et l'intensité de ses activités physiques, tout en rapportant le même nombre d'épisodes angineux <sup>4,16</sup>. On pourra alors croire, à tort, que la nouvelle médication est inefficace ou que la maladie progresse. Il demeure très difficile pour le patient et le clinicien de constater et de quantifier cette *adaptation au seuil ischémique* <sup>8</sup>.

Le **biais d'adaptation hédonique** s'observe lorsqu'un événement perturbe négativement la qualité de vie d'un individu. Cet individu va progressivement retourner vers un niveau « moyen » de perception de sa qualité de vie<sup>8</sup>. Alors que son état ne s'est pas amélioré, la perception de son état est plus favorable et retourne à l'état pré-événement. Plus spécifiquement, en cardiologie, il arrive que nous augmentions les doses de la thérapie anti-angineuse lors d'une augmentation de la sévérité ou de la fréquence des épisodes d'angine <sup>8</sup>. Cependant, un patient pourrait s'adapter à son nouveau niveau de fréquence d'angine (et aurait un retour vers son niveau de base de qualité de vie), ce qui se traduirait par un émoussement de sa capacité de rapporter les épisodes d'angine symptomatiques <sup>8</sup>. Cela entraîne un biais réduisant le « vrai » effet du traitement <sup>8</sup>.

Nous avons des outils disponibles pour évaluer l'angine en clinique et en recherche, mais ceux-ci sont limités par l'effet placebo, le biais de régression vers la moyenne, *l'adaptation à un seuil ischémique* et l'adaptation hédonique. Un nouvel outil d'évaluation tenant compte de ces limitations est requis afin d'améliorer les soins des patients souffrant d'angine.

### ***Évaluation de la sévérité des symptômes de l'angine***

L'angine est généralement évaluée en déterminant sa fréquence, sa durée, ses facteurs déclenchants et soulageant et sa sévérité (Tableau 1). Les cliniciens peuvent intégrer ces paramètres par la mesure du

pointage d'angine de la Société Canadienne de Cardiologie (SCC)<sup>3,6,17</sup> (Supplément A). Bien que cette échelle est la façon la plus utilisée pour décrire l'angine en clinique, Campeau lui-même, l'auteur de cette échelle, en révélait déjà plusieurs limitations<sup>18</sup>. Ce pointage est fiable lorsque mesuré par deux cliniciens différents, mais a une faible variation (capacité de mesurer le plus petit changement cliniquement important) et corrèle faiblement avec la sévérité de la MCAS épicardique<sup>19</sup>. Par ailleurs, on a aussi démontré que la classe CCS se base sur une assumption non prouvée qu'il y a une équivalence physiologique entre la sévérité de l'angine et différents niveaux d'activité physique<sup>19</sup>.

L'angine peut également être évaluée par des questionnaires autorapportés par le patient<sup>5</sup>. Ces questionnaires corrèlent avec les informations contenues au dossier médical du patient<sup>20</sup>. Ensuite, nous pouvons dériver la sévérité de l'angine en dénombrant sur une base quotidienne ou hebdomadaire les épisodes angineux et la consommation de nitroglycérine à courte durée d'action (orale ou sublinguale)<sup>21</sup>. Ces mesures corrèlent fortement avec le sous-domaine de fréquence de l'angine du questionnaire d'angine de Seattle, mais ne permettent pas de mesurer de façon efficace le biais de régression à la moyenne ni *l'adaptation au seuil ischémique*. Par ailleurs, la méthode du décompte présente les mêmes limitations que celles décrites ci-haut, c'est-à-dire une faible variabilité et un manque de corrélation avec la sévérité de la MCAS. De plus, la consommation de dérivés nitrés est assujettie au comportement du patient. Par exemple, certains patients préfèrent ne pas utiliser la nitroglycérine, tandis que d'autres vont l'utiliser prophylactiquement avant un effort physique intense<sup>8</sup>. Enfin, le décompte d'utilisation de nitroglycérine est limité par l'observance du patient<sup>8</sup>.

Toutes ces mesures corrèlent faiblement avec la sévérité de la MCAS épicardique<sup>8</sup>. Aussi, celles-ci sont assujetties aux biais d'évaluation de l'angine, tel le biais de régression à la moyenne ainsi qu'à *l'adaptation au seuil ischémique*. Par ailleurs, tous les questionnaires ne peuvent pas décrire la nature phasique de l'angine et représentent une estimation ponctuelle à un moment précis de celle-ci<sup>22</sup>.

Tableau 1. Méthode d'évaluation de la sévérité de l'angine

Outils d'évaluation	Avantages	Limites
Questionnaire médical et angine auto-rapportée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilement disponible</li> <li>• Flexibilité : Permet de s'adapter au patient</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation subjective</li> <li>• Description des symptômes d'angine peuvent varier d'une personne à l'autre</li> <li>• Sujet au biais de régression à la moyenne</li> </ul>
Classe SCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à utiliser et accessible</li> <li>• Reproductible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrèle peu avec la sévérité de la sévérité de la MCAS ou avec l'épreuve d'effort</li> <li>• Aucune différenciation entre l'angine instable ou stable</li> <li>• Ne décrit pas les changements dans la fréquence d'angine ou le type d'angine</li> <li>• Outil catégorique et non-linéaire</li> <li>• Ne tient pas compte de <i>l'adaptation au seuil ischémique</i></li> <li>• Sujet au biais de régression à la moyenne</li> </ul>
Fréquence des épisodes d'angines hebdomadaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à utiliser et accessible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sujet à l'interprétation du patient</li> <li>• Ne tient pas compte de l'adaptation au seuil ischémique</li> <li>• Sujet au biais de régression à la moyenne</li> </ul>
Fréquence d'utilisation de nitroglycérine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à rapporter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande variabilité</li> <li>• Limité par l'observance du patient et par les habitudes de consommation du patient</li> <li>• Sujet au biais de régression à la moyenne, effet placebo et adaptation au seuil ischémique</li> <li>• Utilisation prophylactique avant un effort physique</li> </ul>

---

**Abréviations:** SCC : Société Canadienne de Cardiologie.

---

### **Évaluation de la capacité fonctionnelle et de la qualité de vie en lien avec l'angine.**

Puisque l'angine est une maladie chronique, il est primordial de tenir compte des impacts de celle-ci sur la qualité de vie en intégrant les effets secondaires des médicaments, ainsi que les impacts physiques et psychologiques de la maladie (Tableau 2).

Le « Short Form-36 » (SF-36) est un questionnaire validé et générique (c.-à-d. il n'est pas spécifique à une maladie quelconque, incluant l'angine), qui évalue la santé globale du patient en s'inspirant des concepts de bien-être<sup>23,24</sup>. Les sphères évaluées par le questionnaire sont la capacité physique (SF36-PF), le bien-être émotionnel (SF36-RP), le niveau d'énergie et de fatigue (SF36-MH), le fonctionnement social (SF36-SF), la vitalité (SF36-VT) et la douleur (SF36-BP). Ces sections du questionnaire s'additionnent afin de donner un pourcentage global de pointage de santé physique (SF36-PCS) et de santé mentale (SF36-MCS), ce qui intègre les comorbidités du patient sous un pointage général (SF36-GH). Cependant, ce questionnaire non-spécifique et ne détecte ni la sévérité de l'angine ni les changements de la classe d'angine, telle que mesurée par le SCC<sup>21</sup>.

Le questionnaire d'angine de Seattle (QAS) est un questionnaire de qualité de vie, standardisé de 19 questions spécifiques à l'angine qui est fréquemment utilisé comme point d'aboutissement dans les essais cliniques<sup>25</sup>. Il évalue cinq dimensions de l'angine, soit la limitation physique (QAS-LP), la stabilité de l'angine (QAS-SA), la fréquence de l'angine (QAS-FA), la satisfaction au traitement (QAS-ST) et la perception face à la maladie (QAS-PM)<sup>25</sup>. Il intègre les aspects physiques et psychologiques en lien avec l'angine et est sensible aux fluctuations normales de la maladie<sup>25</sup>. Cependant, sa corrélation avec la durée de l'épreuve d'effort sur un tapis roulant est faible et il ne tient pas compte de *l'adaptation au seuil ischémique*<sup>8</sup>. Bien que la plus petite différence cliniquement significative soit bien documentée, le QAS demeure un outil peu accessible (utilisation sous licence) et peu sensible afin de capturer l'amélioration clinique en réponse au traitement<sup>8</sup>.

Récemment, une version plus courte du questionnaire comportant seulement 7 questions, nommé QAS-7, fut développé. Ce questionnaire évalue trois dimensions de l'angine : la limitation physique, la sévérité de l'angine et la qualité de vie et est plus facile à utiliser en clinique comparé au QAS, mais souffre des mêmes biais décrits ci-haut. Par ailleurs, un pointage reflétant la moyenne des cinq dimensions du QAS ou des trois dimensions du QAS-7 fut aussi validé et permet de capturer l'impact de l'intervention sur les cinq dimensions évaluées par ces questionnaires<sup>26</sup>.

Puisque la majorité des patients angineux peuvent avoir des comorbidités anxio-dépressives qui influencent leur perception de l'angine et la sévérité de leur maladie, il est pertinent d'évaluer le niveau d'anxiété global du patient. Le questionnaire « General Anxiety Disorder » (GAD-7)<sup>27</sup> se résume par un pointage qui mesure le niveau d'anxiété global du patient et qui corrèle avec la sévérité de l'angine. Il est rapide et facile à administrer<sup>27</sup>.

*Tableau 2. Évaluation de la capacité fonctionnelle et de la qualité de vie.*

Outils d'évaluation	Avantages	Limitations
SF-36	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto-administré</li> <li>• Décrit un pointage global de santé physique et de bien-être émotionnel</li> <li>• Fréquemment utilisé en études cliniques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation coûteuse (licence requise)</li> <li>• Long à compléter</li> <li>• Non spécifique à l'angine</li> <li>• Ne discrimine ni la sévérité ni les changements dans la classe d'angine</li> </ul>
QAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto-administré</li> <li>• Fréquemment utilisé en études cliniques</li> <li>• Intègre aspects physiques et psychologiques de la maladie</li> <li>• Spécifique à l'angine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation coûteuse &amp; licence requise</li> <li>• Mauvaise corrélation avec la durée de l'effort.</li> <li>• Ne tient pas compte de l'adaptation au seuil ischémique</li> </ul>



QAS-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus rapide à administrer</li> <li>• Idem à QAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation coûteuse &amp; licence requise</li> <li>• Mauvaise corrélation avec la durée de l'effort.</li> <li>• Ne tient pas compte de l'adaptation <i>au seuil ischémique</i></li> </ul>
GAD-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto-administré</li> <li>• Corrèle avec la sévérité de l'angine</li> <li>• Rapide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non spécifique à l'angine</li> </ul>

**Abréviations:** SF-36: "Short Form-36"; QAS: Questionnaire d'angine de Seattle; GAD-7 "General Anxiety Disorder Scale".

### ***Évaluation de la composante ischémique associée à l'angine***

La principale étiologie de l'angine est la présence d'ischémie coronarienne secondaire à une obstruction au flot sanguin par une plaque d'athérosclérose<sup>28,29</sup>. Plusieurs outils sont disponibles pour évaluer la composante ischémique associée à l'angine.

D'abord, l'épreuve d'effort sur tapis roulant avec surveillance par ECG reste le test le plus fréquemment utilisé en première ligne pour investiguer l'angine<sup>28,30</sup>. Il permet de dériver deux mesures d'ischémie fréquemment utilisés en recherche clinique : le temps jusqu'à la dépression du segment ST de 1 mm et la durée totale d'exercice limitée par l'angine<sup>28,30</sup>. Il permet aussi de mesurer le double produit (multiplication de la tension artérielle systolique et de la fréquence cardiaque à l'effort maximal) qui est un paramètre important pour évaluer la consommation d'oxygène du myocarde et qui corrèle directement avec la sévérité de l'ischémie myocardique<sup>31</sup>. Par ailleurs, des informations importantes, telle que la présence d'arythmies ventriculaires, la réponse de la tension artérielle à l'effort et la vitesse de récupération de la fréquence cardiaque peuvent être obtenues avec l'épreuve d'effort<sup>2</sup>. Ce test comporte cependant beaucoup de variabilité due à des facteurs extrinsèques, tels que l'effet d'entraînement<sup>32</sup> ou l'heure du dernier repas,

et intrinsèques, tels la présence des autres comorbidités du patient. Enfin, l'épreuve d'effort est d'une utilité limitée chez les patients à mobilité réduite ou lorsque l'ECG est ininterprétable (Tableau 3) <sup>30</sup>. Il est aussi reconnu que le test présente une faible spécificité (taux élevé de faux positif), notamment chez les femmes<sup>33</sup> et les patients sous digitale <sup>30</sup>. L'épreuve d'effort peut être aussi réalisée à l'aide d'un érgocycle, bien que celui-ci atténue la réponse ischémique du myocarde lors d'un effort, indépendamment de l'effort maximal, donc manquerait de sensibilité par rapport au tapis roulant. L'érgocycle est fréquemment utilisé en Europe contrairement au tapis roulant en Amérique du Nord.

---

***Tableau 3. Diagnostics rendant ininterprétable pour le segment ST sur l'électrocardiogramme dans un contexte d'épreuve d'effort sur tapis***

---

- Dépression horizontale ou en pente descendante du segment ST préexistante dans les dérivations précordiales
  - Utilisation de digitale
  - Syndrome de Lown-Ganong-Levine
  - Syndrome de Wolff-Parkinson-White
  - Bloc de branche gauche
  - Présence d'un cardiostimulateur
  - Hypertrophie ventriculaire gauche avec dépression du segment ST préexistante
- 

Ensuite, il est possible d'utiliser l'Holter, un appareil qui enregistre en continu plusieurs dérivations d'ECG, afin d'analyser les changements du segment ST. L'Holter peut détecter les épisodes d'ischémie vécus par le patient durant la vie quotidienne, incluant l'ischémie silencieuse, c'est-à-dire la présence de dépression du segment ST sans manifestation symptomatique d'angine<sup>34</sup>. De plus, il permet aussi d'évaluer l'impact des traitements antiangineux sur la charge d'ischémie fournissant une idée du pronostic cardiovasculaire<sup>34</sup>. L'Holter est cependant sujet à de nombreux artéfacts et à des interprétations automatiques erronées par le logiciel d'analyse. Bref, son interprétation doit toujours être faite par un humain. Son utilisation en angine est donc limitée à des fins de recherche et est rarement utilisé en clinique<sup>34</sup>.

L'échocardiographie de stress permet d'évaluer les patients souffrant d'angine stable. Ce test consiste à administrer une séquence d'échocardiographies, en utilisant différentes modalités de stress afin d'augmenter le travail cardiaque (physique - tapis roulant, érgocycle – ou pharmacologique: dobutamine, adénosine, dipyridamole)<sup>35,36</sup>. Ce test est plus sensible et plus spécifique que l'épreuve d'effort et permet en plus de récolter des informations supplémentaires, telles que la présence de valvulopathies, la contractilité myocardique et la fraction d'éjection ventriculaire gauche<sup>37</sup>. Ce test est cependant plus coûteux que l'épreuve

d'effort et est recommandé en 2<sup>ème</sup> ligne, si le tapis d'effort est non-concluant ou si l'ECG est ininterprétable<sup>38</sup>. Son utilité est limitée chez les patients peu échogènes, tels les patients souffrant d'obésité morbide<sup>39</sup>. Pour ces derniers, l'utilisation du contraste pour augmenter la qualité des images a été démontré efficace. L'échocardiographie de stress confère une excellente valeur prédictive positive de MCAS résultant en une bonne stratification du risque dans ce sous-groupe de patients peu échogènes<sup>39</sup>.

Différents isotopes (Technétium, Tc99; Thallium TI201, Rubidium-82) et modalités d'effort (physique : tapis roulant, érogocycle; pharmacologique : dobutamine, adénosine, dipyridamole) existent pour évaluer la perfusion myocardique via la scintigraphie myocardique<sup>40</sup>. Son utilité est prouvée pour évaluer le patient avec maladie coronarienne avec probabilité intermédiaire<sup>41</sup>, celui avec un ECG ininterprétable<sup>41</sup>, avec un tapis d'effort non diagnostique (incapable d'arriver à 85% de la fréquence cardiaque maximale prédite ou patient sous Digitale)<sup>41</sup>, ne pouvant pas faire d'effort physique (donc avec stimulation cardiaque pharmacologique)<sup>42</sup> ou pour évaluer le syndrome de douleur rétrosternale aiguë en salle d'urgence. De plus, la scintigraphie myocardique ajoute une valeur pronostique importante : une scintigraphie normale en présence d'angine de poitrine stable identifie des patients à risque faible d'événements cardiovasculaires à 5 ans, tandis qu'une scintigraphie anormale identifie des patients à risque modéré ou élevé d'événements cardiovasculaires<sup>42</sup>. Il permet aussi d'évaluer de façon sériée la fraction d'éjection du ventricule gauche et cette mesure est reproductible<sup>43</sup>. Cependant, ces tests comportent une exposition à une quantité significative de radiation pour le patient, avec des complications associées à celle-ci à long terme et un coût plus élevé que les autres techniques présentées ci-dessus<sup>43</sup>.

Récemment, la tomographie par émission de positrons (TEP) à rubidium a été démontrée plus précise dans le diagnostic de la maladie coronarienne athérosclérotique obstructive, comparé à la scintigraphie myocardique conventionnelle (aire sous la courbe de ROC de 0.95 vs 0.90 respectivement;  $p < 0.01$ )<sup>44</sup>. Les images du TEP-rubidium ont une plus grande résolution que celles de la scintigraphie myocardique permettant une évaluation de la microcirculation coronarienne, laquelle aide à la distinction entre différentes étiologies angineuses, comme la dysfonction endothéliale et les anomalies de relaxation des muscles lisses, plus prévalent chez les femmes<sup>45</sup>. Le TEP-rubidium a aussi été démontré plus efficient en

termes de coûts par rapport à la scintigraphie myocardique, en réduisant le nombre de faux positifs<sup>46</sup>. Le TEP-rubidium cause moins de radiation pour le personnel et le patient<sup>44</sup>. Cette technique d'imagerie confère aussi une valeur pronostique importante, similaire à la scintigraphie myocardique, en plus de permettre la mesure de la fraction d'éjection de façon précise et répétable<sup>43</sup>. Le principal désavantage est l'accès qui y est limité, surtout pour les centres périphériques ne possédant pas de TEP scan <sup>44</sup>.

Récemment, la résonance magnétique cardiaque (RMC) de perfusion de stress à base d'adénosine a été utilisée pour obtenir des images séquentielles du rehaussement myocardique <sup>47,48</sup>. Ces images peuvent être acquises en continu et corréler avec le flot coronarien<sup>47,48</sup>. Cette mesure est obtenue dans plusieurs régions anatomiques du myocarde, ainsi que de globalement, pour le myocarde en entier. Ainsi, nous pouvons obtenir une perfusion segmentaire et globale du myocarde et la représenter sous forme de carte de perfusion. Au-delà de cette qualité, l'imagerie de perfusion par RMC permet d'obtenir une meilleure résolution spatiale, 20 fois supérieure à la scintigraphie myocardique et n'est pas sujette à un plateau dans l'intensité du signal, contrairement aux radiotraceurs conventionnels <sup>47,48</sup>. Par ailleurs, elle permet aussi de déterminer la quantité de cicatrices myocardiques (lesquelles signalent un risque élevé d'événements cardiovasculaires), de diagnostiquer différentes maladies du myocarde et de déterminer la fraction d'éjection bi-ventriculaire<sup>47</sup>. La présence de plus de 1.5 segment ischémique a été démontrée comme étant le prédicteur le plus important d'événements cardiovasculaires, chez les patients avec MCAS stable <sup>47</sup>. Par ailleurs, chez les patients avec angine stable, l'absence d'un déficit perfusionnel à la RMC est associé à un excellent pronostic et à une protection contre les événements cardiovasculaires <sup>41,47</sup>.

Tableau 4. Évaluation de la composante ischémique reliée à l'angine

Outils d'évaluation	Avantages	Limitations
ECG d'effort	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à réaliser et disponible</li> <li>• Peu coûteux</li> <li>• Permet de diagnostiquer et d'évaluer le pronostic de la MCAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande variabilité</li> <li>• Faible spécificité</li> <li>• Effet d'entraînement</li> <li>• Limité par comorbidités du patient</li> <li>• Non utilisable si anomalies à l'ECG</li> </ul>
Effort sur ergocycle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet d'évaluer la capacité fonctionnelle chez les patients ayant des limitations au tapis d'effort (chirurgie du genou, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins accessible</li> <li>• Plus faible sensibilité que le tapis : Atténuation de la réponse ischémique pour un même niveau d'effort</li> </ul>
Holter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évalue la charge ischémique (segment ST) et l'ischémie silencieuse</li> <li>• Évalue le pronostic cardiovasculaire</li> <li>• Évalue la réponse aux traitements antiangineux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limité par les artéfacts</li> <li>• Peu utilisé en clinique</li> </ul>
Échocardiographie de stress	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus sensible et spécifique que l'ECG d'effort</li> <li>• Permet de déterminer la fraction d'éjection du ventricule gauche, les valvulopathies et la contractilité myocardique</li> <li>• Si fait sous dobutamine : Permet d'évaluer les patients incapables de faire de l'exercice ou avec ECG ininterprétable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût</li> <li>• Moins accessible</li> <li>• <b>Si absence de contraste :</b> Utilisation limitée chez les patients obèses ou avec maladies pulmonaires</li> </ul>
Scintigraphie myocardique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de variabilité dans les mesures</li> <li>• Permet d'évaluer les patients incapables de faire de l'exercice ou avec ECG ininterprétable</li> <li>• Évalue pronostic cardiovasculaire</li> <li>• Évalue le syndrome de douleur rétrosternale aiguë à l'urgence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût</li> <li>• Radiation</li> </ul>

Tomographie par émission de positron	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de variabilité dans les mesures</li> <li>• Plus grande sensibilité et spécificité comparées à la scintigraphie myocardique pour le diagnostic de MCAS</li> <li>• Implication pronostique cardiovasculaire</li> <li>• Moins de radiation</li> <li>• Permet évaluation de la microcirculation coronarienne et des douleurs rétrosternales avec plus grande précision</li> <li>• Bénéfice au niveau du coût, lorsque comparé à la scintigraphie myocardique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accès limité dans les centres périphériques</li> </ul>
RMC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet d'évaluer la présence d'ischémie sans atténuation du signal</li> <li>• Bonne résolution spatiale</li> <li>• Évalue le myocarde et la présence de cicatrice (marqueur pronostic important)</li> <li>• Absence de radiation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accès limité dans les centres périphériques</li> <li>• Coût</li> <li>• Utilisation limitée chez patients claustrophobes ou ayant des défibrillateurs implantables</li> </ul>

**Abréviations:** MCAS, Maladie coronarienne athérosclérotique; ECG, Électrocardiogramme; RMC, Résonance Magnétique Cardiaque.

### ***Seuils d'amélioration de l'angine***

Le Tableau 5 présente les critères utilisés dans en recherche afin de confirmer une réponse à un traitement de l'angine. Toutes ces mesures sont assujetties aux biais énumérés ci-haut dans l'évaluation de l'angine.

*Tableau 5. Définition du statut de répondant au traitement de l'angine*

Outils d'évaluation	Critères
<b>Évaluation clinique</b>	
SCC	<ul style="list-style-type: none"><li>• Amélioration de la classe SCC d'au moins 1 classe</li></ul>
Décompte d'angine hebdomadaire	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diminution du décompte d'angine hebdomadaire d'au moins « 1 » par rapport à la valeur préintervention</li></ul>
Décompte de nitroglycérine à courte durée d'action hebdomadaire	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diminution du décompte d'angine hebdomadaire d'au moins « 1 » par rapport à la valeur préintervention</li></ul>
<b>Questionnaires de qualité de vie</b>	
SF-36	<ul style="list-style-type: none"><li>• Amélioration du pointage de l'échelle physique globale (SF36-PCS) de <math>\geq 10</math>.<sup>49</sup></li><li>• Amélioration du pointage de limitation physique (PL) de <math>\geq 10</math>.<sup>49</sup></li></ul>
QAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Amélioration des différents sous-domaines de <math>\geq 10</math>.</li></ul>
<b>Tests paracliniques</b>	
ECG d'effort	<ul style="list-style-type: none"><li>• Amélioration de 5% de la durée totale d'exercice</li></ul>



---

**Abréviations:** SF-36, “Short Form-36”; QAS, Questionnaire d’angine de Seattle;

### ***L’actigraphie cardiaque***

L’impact quotidien de l’angine se traduit par une limitation de l’activité physique du patient, en lien avec la douleur perçue et une intolérance à l’exercice<sup>8</sup>. Une façon de tenir compte de *l’adaptation au seuil ischémique* est d’ajuster les différentes mesures utilisées pour évaluer l’angine, décrites ci-haut, pour l’activité cardiaque, soit l’actigraphie cardiaque<sup>8</sup>.

Des appareils nommés « actigraphes » peuvent quantifier et estimer les dépenses énergétiques sur une période de temps définie<sup>50</sup>. Ces appareils contiennent des accéléromètres omnidirectionnels qui enregistrent l’activité physique et qui peuvent être employés, à travers différents algorithmes, pour dériver des dépenses énergétiques (METS) ou la consommation de l’oxygène.

L’actigraphie a surtout été décrite pour évaluer les troubles du sommeil<sup>51,52</sup> et pour la quantification de l’activité physique, particulièrement en pédiatrie<sup>53,54</sup>. Celle-ci peut être mesurée par des actigraphes portés sur la poignée ou par des actigraphes portés sur le torse. Les deux modalités ont une précision similaire dans l’évaluation des troubles du sommeil<sup>55</sup>. L’actigraphie cardiaque a aussi été évaluée chez les patients souffrant d’insuffisance cardiaque, où les auteurs ont utilisé des actigraphes disponibles commercialement, portées sur la poignée du patient<sup>50,51</sup>. Les études ont démontré que des mesures basées sur l’actigraphie cardiaque étaient associées avec différentes mesures de la capacité submaximale (test de marche en 6 minutes) et l’extraction d’oxygène au pic de l’effort (VO2 maximal) et que celle-ci était aussi associée à des événements adverses cardiovasculaires (mortalité, hospitalisation ou visite à l’urgence)<sup>51</sup>. Ces dispositifs ont aussi été utilisés pour quantifier le manque d’énergie (anergie) dont souffrent les patients avec défaillance cardiaque<sup>56</sup> et pour surveiller les troubles du sommeil chez les patients avec défaillance

cardiaque<sup>51</sup>. Aucune étude à ce jour n'a utilisé l'actigraphie cardiaque pour ajuster les mesures d'angine pour le *biais d'adaptation au seuil ischémique*.

## ***Réadaptation cardiaque chez les patients souffrant d'angine***

La réadaptation cardiaque est la pierre angulaire dans la prévention secondaire en cardiologie. Elle est recommandée par la Société Canadienne de Cardiologie chez tous les patients souffrant de MCAS stable ou instable, 1 à 3 semaines après le congé suivant une hospitalisation pour infarctus du myocarde<sup>57</sup>. La réadaptation cardiaque comprend des interventions coordonnées afin d'améliorer la composante physique, psychologique et le fonctionnement social. La composante physique de la réadaptation peut être améliorée par l'entraînement sous supervision médicale ou par le biais d'un programme d'exercice physique à la maison. La réadaptation cardiaque a été démontrée efficace afin de réduire la mortalité cardiaque de 20 à 25% chez les patients ayant eu un infarctus du myocarde<sup>58</sup>. Il y avait aussi une tendance vers une réduction du risque de récurrence d'infarctus de myocarde chez les patients complétant un programme de réadaptation cardiaque à domicile<sup>59</sup>. Par ailleurs, les patients qui complètent un programme d'entraînement cardiovasculaire après un infarctus ont une capacité aérobie améliorée, corroborée par une réduction de la tension artérielle systolique et de la fréquence cardiaque sous-maximale. De plus, la réadaptation repousse le seuil angineux chez les patients avec MCAS avancée et améliore leur qualité de vie<sup>59</sup>.

Malgré son rôle primordial dans la stabilisation de la maladie cardiaque et l'amélioration de la qualité de vie, la réadaptation cardiaque est sous-prescrite et sous-utilisée<sup>59</sup>, conséquence des limitations structurelles (absence de référence systématique des patients avec MCAS vers un programme de réadaptation cardiaque), éducationnelles (personnel ou patients peu informés sur les bénéfices de la réadaptation cardiaque) et motivationnelles. Plus particulièrement, les patients avec MCAS sont souvent confrontés à la peur de subir un deuxième événement cardiaque ce qui freine encore plus l'intérêt envers la réadaptation cardiaque<sup>60</sup>. Paradoxalement, plus le patient a peur d'avoir une récurrence d'infarctus du myocarde, plus un programme de réadaptation cardiaque peut diminuer ce niveau d'anxiété<sup>60</sup>.

Une alternative à la réadaptation cardiaque conventionnelle avec supervision médicale est la réadaptation à domicile. Dans une revue systématique du groupe Cochrane étudiant différentes populations de patients souffrants de maladie cardiaque (insuffisance cardiaque, MCAS Stable, post-infarctus, post-

pontages), la réadaptation cardiaque à domicile a été démontrée aussi efficace pour prévenir la maladie cardiovasculaire et ses complications que la réadaptation avec supervision médicale, à l'hôpital<sup>59</sup>. Les programmes à domicile sont souvent moins coûteux et augmentent l'observance du patient par rapport à la réadaptation à l'hôpital <sup>59</sup>.

Par ailleurs, des interventions « m-Santé » (“mobile health”) représente une solution intéressante afin d'augmenter l'observance à la réadaptation cardiaque à domicile. La « m-Santé » est définie comme l'utilisation d'appareils digitaux, comme des téléphones intelligents, des biocapteurs et d'autres technologies de l'information pour la surveillance, diagnostic et traitement de problèmes de santé<sup>61</sup>. En réadaptation cardiaque, es interventions « m-Santé » sont effectuées par des messages texte, des courriels ou des notifications « push » et par des instructions dynamiques sur le téléphone intelligent mobile des patients afin de les motiver à compléter un programme de réadaptation cardiaque à domicile. Cette stratégie augmente l'adhérence à ce genre de programme. Ce type d'intervention pourrait servir de source de motivation additionnelle, en plus de réassurer le patient par un contact plus fréquent et direct avec les professionnels de la santé, et pourrait représenter une méthode de choix afin d'améliorer les habitudes de vie des patients chez cette population qui est souvent desservie en termes de réadaptation cardiaque <sup>59</sup>.

## **Utilisation du « m-Santé » et des biocapteurs en médecine**

Grâce à l'utilisation de la « m-Santé », il est maintenant possible pour le clinicien d'obtenir des données longitudinales et continues, à domicile, chez un patient avec un minimum d'intrusion dans la vie de celui-ci<sup>62</sup>. Cela génère une toute nouvelle gamme de données cliniques, précédemment inaccessibles.

Ce champ de recherche et d'innovation en santé est présentement en pleine expansion. Une méta-analyse et revue systématique par Gandhi et al, a identifié 27 études portant sur le sujet <sup>62</sup>. Plusieurs études ont utilisé des rappels via messagerie « texte » afin de convier le patient à prendre ses médicaments antihypertenseurs et hypolipémiant<sup>63</sup>. L'observance était 4.5 fois plus élevée dans le groupe d'intervention m-Santé que dans le groupe contrôle et cela s'est traduit par un meilleur contrôle de la tension artérielle <sup>63</sup>. Dans un même ordre d'idées, *Khonsari et al* ont évalué l'efficacité d'un système de rappel à base de

messaging text pour augmenter l'observance chez les patients souffrant d'angine qui ont été récemment hospitalisés<sup>64</sup>. Ces systèmes ont permis d'augmenter l'observance aux médicaments prescrits (rapport de cotes : 4.01) et de réduire drastiquement (de plus de 7 fois) le risque (rapport des cotes : 0.23) de récurrence d'angine chez les groupes d'intervention m-Santé par rapport au groupe contrôle<sup>64</sup>. Ensuite, une étude randomisée contrôlée de *Widmer et al* a démontré qu'une application mobile qui permet de suivre des sessions de réadaptation cardiaque à domicile a réduit le taux d'hospitalisation ou de visites à l'urgence de 20% à 50%, sur une période de 1 an, en plus d'améliorer le poids, la diète et la tension artérielle du patient<sup>65</sup>. Cependant, d'autres études de « m-Santé » n'ont pas réussi à démontrer une réduction du taux de tabagisme ou une amélioration du contrôle lipidique<sup>62</sup>. Bref, ces interventions semblent prometteuses afin d'augmenter l'observance au traitement et ainsi, améliorer le contrôle des facteurs de risque cardiovasculaire<sup>62</sup>.

Récemment, *Brooks et al.* ont validé un test de marche de 6 minutes auto administrée via une application mobile disponible sur téléphone intelligent, chez des patients souffrant d'insuffisance cardiaque, avec le test de marche de 6 minutes complété en clinique<sup>66</sup>. L'application mobile avait une forte corrélation avec le test de marche de 6 minutes fait en clinique (coefficient de variation : 4.6% et corrélation intraclasse = 0.88 [IC 95% 0.87 – 0.89])<sup>66</sup>. Malgré la promesse derrière ces technologies, aucune des études de « m-Santé » n'a démontré une réduction d'issues primaires comme la mortalité globale ou cardiovasculaire<sup>64</sup>. Par ailleurs, l'intégration de ces technologies est limitée par la qualité des données générées, qui est variable d'un dispositif à l'autre, des inquiétudes par rapport à la confidentialité des données émises par les comités d'éthique plutôt que par les patients<sup>67</sup>, et est freinée par l'acceptation des agences régulatrices de ces dispositifs ou applications. Le champ du « m-Santé » est dans son enfance et des développements futurs vont permettre de mieux justifier et intégrer ces interventions dans notre pratique.

Les messageries textuelles via appareil mobile sont la méthode première d'administration d'interventions « m-Santé »<sup>68</sup>. Dans les dernières années, des biocapteurs ont pu repousser davantage la frontière de ce champ d'intérêt en élargissant le type, la quantité et la qualité des données collectées. Un biocapteur constitue un système qui réagit à la présence d'un stimulus ou d'un élément biologique (stimulus tel la marche, pulsativité, etc.) et qui peut transmettre ce stimulus sous forme de message afin d'être analysé par

un micro-processeur<sup>69</sup>. Une revue narrative par Ajami et al. a relevé que 54 études portant sur l'utilisation des biocapteurs ont été décrites entre 2002 et 2015<sup>70</sup>. Ces études ont utilisé différentes technologies, allant de l'utilisation des casques de thérapie électroconvulsive pour traiter la dépression, jusqu'à l'utilisation de bas « intelligents » qui peuvent surveiller par téléphone intelligent la fréquence cardiaque, la respiration, la température corporelle et l'état d'éveil d'enfants à risque du syndrome de mort subite du nourrisson <sup>70</sup>. Dans le domaine de la cardiologie, des biocapteurs ont été démontré efficace pour surveiller la santé cardiovasculaire à l'aide de mesures en continu de tension artérielle <sup>70</sup>. Par ailleurs, la télésurveillance de la MCAS a été démontrée efficace pour améliorer la qualité de vie des patients <sup>70</sup>. Récemment, une application mobile intitulée « Cardiogram » utilisant un réseau neuronal a été validée pour diagnostiquer la fibrillation auriculaire avec 97% de précision<sup>71</sup>. Cette application est disponible sur une montre intelligente commercialement disponible et montre le pouvoir de la collecte de données longitudinales en masse chez le patient pour l'entraînement de réseaux de neurones artificielles<sup>72</sup>. Ce genre de technologie pourrait se traduire par davantage de diagnostics de fibrillation auriculaire dans la population générale et en une diminution du risque d'AVC à la suite de la prise en charge de cette maladie. Au contraire, cela pourrait aussi dépister des maladies à plus faible risque et entraîner un surtraitement des patients souffrant de ces conditions médicales<sup>72</sup>.

Plus spécifiquement à notre projet, une veste « intelligente » italienne a déjà été étudiée pour mesurer la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire des patients, puis de transmettre l'information à un centre médical. Cette veste a pu être utilisée chez différents patients avec une variation dans le morphotype et elle pouvait être lavée sans endommager les composantes électroniques<sup>73</sup>.

Bref, l'évolution des biocapteurs et des interventions « m-Santé » nous permettent de responsabiliser le patient vis-à-vis sa maladie, tout en traçant le portrait futur d'un système de santé dont le patient est à l'épicentre, y génère et contrôle ses propres données et participe activement à son traitement <sup>70</sup>. Traditionnellement, la prise en charge d'un patient souffrant d'angine chronique repose sur des visites

ponctuelles en clinique et les outils disponibles souffrent des limitations décrites précédemment. De façon encore plus importante, la pertinence et validité des informations recueillies lors d'une visite médicale commencent à diminuer quelques jours seulement après la visite. Des données recueillies à l'aide de biocapteurs pourraient raffiner la surveillance des symptômes d'angine afin de mener à des interventions « m-Santé » qui pourraient améliorer la qualité de vie et le pronostic des patients souffrant de MCAS.

L'Hexoskin est une veste munie de biocapteurs et sert d'outil de mesure de différents paramètres cardiaques incluant l'actigraphie cardiaque <sup>74</sup>. Dans le cadre de notre projet « m-Santé » intitulé, NOVA-SKIN, nous voulions utiliser l'Hexoskin (Figure 1), une veste Québécoise munie de biocapteurs, afin de valider le signal électrocardiographique avec le Holter et l'épreuve d'effort par tapis roulant, dériver un indice de vitalité, représentant une combinaison de l'actigraphie du patient et d'autres valeurs biométriques (fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, etc.), afin de raffiner l'évaluation de l'angine et la réponse au traitement et surveiller les patients souffrant d'angine à distance lors d'un programme de réadaptation cardiaque à domicile.

Figure 1. Le Hexoskin



A – Veste Hexoskin; B – Console externe contenant un microprocesseur et une pile, ainsi qu'une mémoire afin d'enregistrer les données; C – Câble USB pour brancher la console externe à la veste ou à un ordinateur.

Nous croyons que le Hexoskin peut améliorer la prise en charge de l'angine. En effet, le Hexoskin est un vêtement « intelligent », avec une capacité de transmission sans fil de paramètres biométriques tels que la fréquence cardiaque (Fc), la fréquence respiration (Fr), la cadence (nombre de pas) et l'activité du patient (« actigraphie »). En plus, l'Hexoskin mesure en continu un ECG à une dérivation qui représente une reconstruction informatique d'une dérivation V5 sur un ECG standard. Pris ensemble, ces paramètres pourraient mesurer de façon non intrusive la vitalité du patient et pourrait détecter la survenue d'arythmies. En regroupant ces paramètres sous forme d'un indice de vitalité, cela pourrait donner un meilleur reflet de la sévérité de l'angine du patient, en tenant compte de l'actigraphie cardiaque du patient. Ainsi, nous pourrions ajuster les mesures conventionnelles (Classe SCC, questionnaires de qualité de vie, durée de l'effort pendant l'épreuve d'effort) utilisées en clinique et en recherche pour l'évaluation de l'angine pour cet indice de vitalité afin d'obtenir une mesure « d'angine digitale ». Cela pourrait améliorer l'évaluation de l'angine en ajustant les mesures conventionnelles pour *l'adaptation au seuil ischémique*. Présentement, la veste a déjà été validée avec des outils de laboratoire standard (Système de respiration Amsi 2000 pour la Fréquence respiratoire et le volume respiratoire et machine à ECG AD pour la fréquence cardiaque [Fc]), chez les sujets sains, durant les activités de la vie quotidienne où on a démontré une bonne validité et fiabilité interne des données <sup>74</sup>. Aucune étude n'a cependant évalué l'Hexoskin chez des patients souffrant d'angine chronique.

## Objectifs

Notre étude, NOVA-SKIN (NCT02591758), veut répondre à ces trois questions :

1. Dans une population de patients avec angine réfractaire au traitement médical et qui sont référés pour une coronarographie afin de traiter leur angine, est-ce que le tracé d'ECG dérivé du Hexoskin corrèle à ceux obtenus lors de l'épreuve d'effort et l'Holter de 24h



2. Est-ce que les données biométriques obtenues avec le Hexoskin peuvent être utilisées pour dériver un indice de vitalité intégrant l'actigraphie du patient afin de tenir compte de *l'adaptation au seuil ischémique* du patient et ainsi raffiner l'évaluation de l'angine?

Est-ce que le Hexoskin peut surveiller à distance les patients qui entreprennent un programme de réadaptation cardiaque à domicile après leur coronarographie?

Pour répondre à nos trois questions de recherche nous allons viser ces trois objectifs :

1. **OBJECTIF 1.** Valider le signal ECG du Hexoskin avec l'ECG du Holter de 48H et l'ECG de l'épreuve d'effort obtenus chez des patients avec angine chronique pré- et post-coronarographie.
  - a. **Hypothèse I :** La fréquence cardiaque du Hexoskin va fortement corrélérer ( $r \geq 0.9$ ) avec la fréquence cardiaque obtenue avec l'Holter et l'épreuve d'effort
  - b. **Hypothèse II :** Le Hexoskin aura une valeur prédictive positive de  $\geq 90\%$  par rapport aux arythmies vues à l'Holter
2. **OBJECTIF 2.** Dériver un indice de vitalité qui sera utilisé pour raffiner l'évaluation de l'angine de poitrine.
  - a. **Hypothèse III :** L'indice de vitalité sera valide et va corrélérer fortement avec l'âge ( $r \geq 0.9$ ).
  - b. **Hypothèse IV:** L'indice de vitalité va être reproductible et ne va pas varier significativement dans un individu avec maladie coronarienne stable, entre deux mesures répétées, sans changement du traitement de l'angine.
  - c. **Hypothèse V:** L'indice de vitalité va augmenter de façon significative post-traitement de l'angine (percutané, chirurgical ou médical).
  - d. **Hypothèse VI :** Les différentes mesures d'évaluation de l'angine ajustées pour l'indice de vitalité (représentant l'angine digitale) vont montrer une plus grande taille de l'effet post-coronarographie par rapport aux mesures conventionnelles, non ajustées. Ces mesures en intégrant l'actigraphie du patient, permettront de prendre en compte le biais de *l'adaptation du seuil ischémique*.
  - e. **Hypothèse VII :** Chez les patients non répondants au traitement de l'angine, les différentes mesures ajustées pour l'indice de vitalité (angine digitale) vont s'améliorer de façon significative post traitement de l'angine (percutané, chirurgical ou médical).

3. **OBJECTIF 3.** Évaluer la faisabilité et la sécurité du Hexoskin pour surveiller un programme de réadaptation cardiaque à domicile post-traitement de l'angine
  - a. **Hypothèse VIII :** Le Hexoskin va permettre de transmettre sans-fil le signal au médecin et va réassurer les patients qui suivent un programme de réadaptation cardiaque à domicile.

## Méthodes

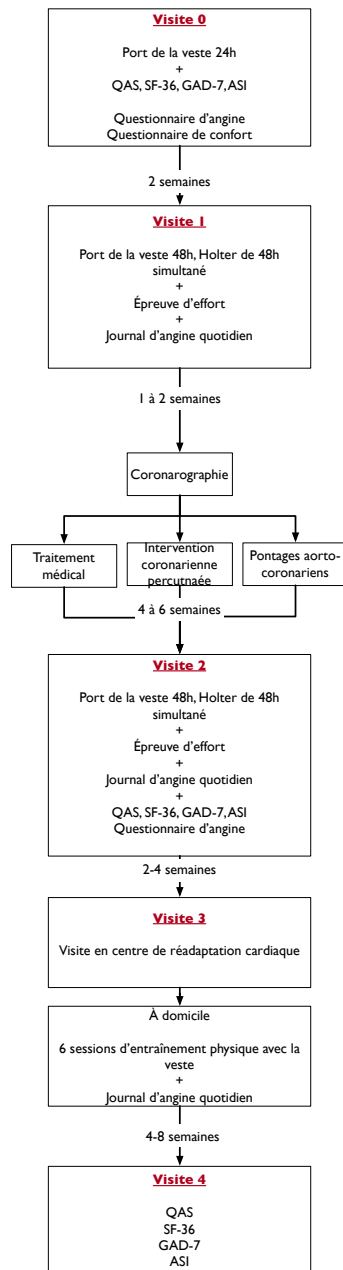
### *Population de l'étude*

Nous avons conduit une étude prospective chez 30 patients, à partir de novembre 2016 jusqu'à juillet 2018 en ciblant les patients âgés de 18 ans et plus, fréquentant l'Institut de cardiologie de Montréal, avec histoire de maladie cardiaque athérosclérotique (MCAS) documentée au moins 3 mois avant le recrutement (scintigraphie myocardique démontrant au moins un territoire avec ischémie de gradient et d'étendue au moins modérée ou coronarographie démontrant une MCAS sévère avec au moins une lésion épicaudique  $\geq 70\%$  non revascularisé) [Supplément B]. Les patients devaient avoir de l'angine classe SCC II-III ou classe IV stabilisée médicalement pendant au moins une semaine avant la coronarographie et être référés pour une coronarographie dans la perspective d'une éventuelle revascularisation, tel que déterminé par le médecin traitant. Les patients devaient être capable de porter la veste Hexoskin pendant 48 heures consécutives. Nous avons exclu tous les patients avec d'autres comorbidités pouvant affecter l'actigraphie cardiaque, telle l'insuffisance cardiaque, les arythmies cardiaques (fibrillation auriculaire avec Fc  $\geq 110$  BPM au repos), maladie valvulaire sévère, d'autres comorbidités extracardiaques pouvant influencer la classe fonctionnelle ou les patients incapables de faire de l'exercice physique à domicile [Supplément B]. L'étude présentée dans ce mémoire est une étude pilote pour laquelle aucune donnée au préalable n'était disponible afin de guider les hypothèses statistiques, notamment pour les calculs de taille d'échantillon. Nous avons choisi un nombre de participants  $n=30$  afin d'avoir une taille d'échantillon raisonnable satisfaisant à une distribution normale des variables biométriques enregistrées par la veste et pour informer des investigations futures. Le comité d'éthique de l'Institut de Cardiologie a approuvé cette étude. L'étude fut enregistrée sur "Clinical Trials" (NCT02591758) avant l'entrée dans l'étude du premier participant.

## ***Interventions***

Lors de la visite de recrutement (**Visite 0**), les patients ont eu la mesure de la circonférence de leur thorax et de leur tour de taille abdominale afin d'obtenir la veste adéquate à leur morphotype, selon les recommandations du fabricant. Nous avons confirmé la présence d'angine typique et la sévérité de l'angine, en déterminant la classe SCC d'angine (Supplément A) à la suite d'un questionnaire d'angine standardisé (Supplément C).

*Figure 2. Déroulement de l'étude*



**Abréviations :** QAS : Questionnaire d'angine de Seattle ; SF-36 : « Short-Form 36 »; GAD-7 : « General Anxiety Disorder »; ASI : « Anxiety Sensitivity Index »

Les patients sont repartis avec la veste et ont dû la porter pendant 24 heures, tout en échangeant les piles de la veste à chaque 12 heures (la durée de chaque pile était de ~12 heures) pour permettre un enregistrement continu et se familiariser avec celle-ci et avec le protocole de l'étude.

Lors de la **visite 1**, pré-coronarographie, le participant a rempli des questionnaires de santé générale (« Short-Form 36 » [SF-36]) et spécifiques à l'angine (questionnaire d'angine de Seattle [QAS]), deux questionnaires d'anxiété (Indice de sensibilité à l'anxiété [ASI] et « General Anxiety Disorder – 7 » [GAD]) ainsi qu'un questionnaire de confort de la veste (Supplément C). Par ailleurs, lors de la **visite 1**, une épreuve d'effort avec tapis roulant (protocole RAMP) et enregistrement simultané par Hexoskin fut obtenue. Durant l'épreuve d'effort, les raisons d'arrêt, le temps de survenue et la sévérité de l'angine, la présence et l'amplitude de la dépression du segment ST, les critères de haut risque, la durée totale de l'effort, de même que les signes vitaux lors de l'arrêt, les METS à l'effort maximal, le BORG à l'effort maximal et le double produit furent récoltés. Lors de cette même visite, le patient est reparti à la maison avec la veste Hexoskin et un Holter installé en dessous de la veste, afin de permettre un enregistrement simultané des deux modalités pendant 48 heures. Aucune interférence électromagnétique ou physique entre les deux instruments ne fut rapportée par le fabricant durant leurs essais chez des sujets sains.

Environ 2 semaines, après la visite 1, le patient avait sa coronarographie. Lors de celle-ci, le patient pouvait être traité par intervention coronarienne percutanée, ou encore être recommandé pour traitement par revascularisation chirurgicale (pontages aorto-coronariens [PAC]) ou finalement être traité médicalement. Le choix du traitement était laissé à la discrétion du médecin traitant. Nous avons collecté la localisation des lésions coronariennes ainsi que leur sévérité. La revascularisation complète était définie comme l'absence de lésion  $\geq 70\%$  dans deux plans orthogonaux dans les artères coronariennes principales (tronc commun, interventriculaire antérieure, coronaire droite, circonflexe) ou dans une branche d'une artère coronarienne principale (marginale, diagonale ou interventriculaire postérieure) ou par la présence de pontage dans une lésion avec sténose  $\geq 70\%$ . En l'absence de ces critères, le patient était classifié comme ayant eu une revascularisation incomplète.

La **visite 2** se déroulait 4 semaines, après la coronarographie, si le patient a eu une angioplastie coronarienne ou traitement médical et 6 semaines après la coronarographie, si le patient a eu des PACs. Durant cette visite, le patient devait remplir les questionnaires de qualité de vie (QAS, SF-36), d'anxiété (ASI et GAD-7) et de confort. Nous avons réévalué la présence d'angine ainsi que la classe SCC grâce au questionnaire d'angine standardisé (Supplément C). À des fins d'analyse, les patients qui n'avaient plus d'angine ou qui avaient une angine atypique ou non cardiaque, tel que défini dans notre questionnaire standardisé, étaient considérés comme ayant une classe SCC de « 1 ». Nous avons décrit les différences avant et après la coronarographie de la classe SCC, de la quantité hebdomadaire d'angine et de nitroglycérine, de la durée du tapis roulant et les pointages des domaines du SF-36 et des domaines du QAS et les avons comparés avec un test-T pour échantillon appariés. Nous avons classifié les patients comme étant « répondeurs » ou « non-répondeurs » au traitement de l'angine en se basant sur les seuils décrits à la Tableau 4. Ensuite, le patient complétait un tapis roulant avec le même protocole RAMP que celui utilisé lors de la visite 1 et un enregistrement simultané avec le Hexoskin. Finalement, le patient repartait à la maison avec un Holter installé sous la veste pour un enregistrement simultané Hexoskin & Holter de 48 heures. Nous avons obtenu les mêmes informations que celles recherchées lors de la visite 1 en ce qui a trait à l'Holter et au tapis roulant. Le tapis roulant lors de la visite 1 et 2 était fait par le même technicien de l'institut de Cardiologie de Montréal. Les Holters furent installés et les épreuves d'effort furent réalisées les jours de semaine, entre 10h et 14h00, par le même technicien.

Environ 2 semaines après la visite 2, le participant était confié pour la **visite 3** au centre ÉPIC, le plus grand centre de réadaptation cardiaque en Amérique du Nord, où il rencontrait un kinésologue et un cardiologue afin de prescrire un programme de réadaptation physique adapté à sa capacité fonctionnelle, ainsi qu'à ses symptômes d'angine. Le programme avait une durée de 50 minutes (10 minutes d'étirement et réchauffement, 30 minutes d'exercices aérobique, suivi de 10 minutes d'étirement et repos). Le participant devait répéter le programme de réadaptation à la maison pour au moins 6 sessions sur une période de 2-4 semaines. Lors de ces sessions d'entraînement, le patient devait remplir un journal d'angine détaillé évaluant la présence et la sévérité de l'angine ainsi que la tolérance à l'effort en utilisant le domaine de Borg

(Supplément D). À la fin de l'étude (**Visite 4**), le participant devait remplir à nouveau les questionnaires de qualité de vie, d'anxiété et de confort.

Pendant la durée de l'étude, les effets averses reliés à la veste, les rendez-vous médicaux non planifiés ainsi que les événements cardiovasculaires majeurs (mortalité, ré-infarctus, procédure de revascularisation non planifiée, arythmie ventriculaire ou hospitalisation pour angine) étaient consignés. Durant la durée totale de l'étude, le patient devait compléter un journal quotidien d'angine comptabilisant le nombre d'épisodes d'angine ainsi que son utilisation de nitroglycérine à courte-durée d'action (Supplément D). Le décompte d'angine hebdomadaire fut dérivé à partir de la moyenne de la quantité d'angine hebdomadaire, pour la visite 0, la visite 1 et la visite 2. Pour tous les patients, nous avons enregistré les changements de médicaments pendant la durée de l'étude

Afin de minimiser la perte au suivi, un coordinateur de recherche désigné a contacté les patients par téléphone jusqu'à 3 fois afin de planifier les visites de l'étude. Les visites 0 à 3 étaient réalisées selon le calendrier prévu. L'investigateur principal était responsable de s'assurer de l'intégrité des données.

### ***Corrélation du Hexoskin avec l'Holter et l'épreuve d'effort.***

Pour la corrélation du signal d'ECG du Hexoskin avec celui de l'Holter, nous avons procédé à deux enregistrements de 48 heures simultanés Hexoskin-Holter, avant et après coronarographie. L'alignement du signal entre les deux modalités était obtenu en « marquant » de façon digitale le début d'enregistrement avec l'épreuve d'effort ou l'Holter sur le signal Hexoskin via un « clic » sur la console externe de l'Hexoskin. La durée de l'enregistrement fut collectée pour les deux modalités. Seul le signal simultané entre le Holter et le Hexoskin ou entre l'épreuve d'effort et l'Hexoskin fut analysé. Les données du Hexoskin furent téléchargées à partir des serveurs du manufacturier sécurisés et furent synchronisées avec le temps d'enregistrement des données Holter. Des fréquences cardiaques moyennes pour chaque heure d'enregistrement ont été obtenues et corrélées entre les deux modalités. Seules les heures où le taux d'artéfact rapporté par l'Hexoskin était  $\leq 50\%$  ont été analysées.

Les Holter étaient interprétés par des techniciens en Holter avec  $\geq 5$  ans d'expérience dans l'interprétation de ces examens. L'interprétation était faite à l'aveugle, sans connaissance de l'assignation du patient (pré ou post-coronarographie). Chaque Holter contenait un identifiant unique qui permettait au chercheur de relier le Holter à l'identité du patient et à l'assignation de celui-ci. Les techniciens nettoyaient les sections où il y avait des artéfacts, révisaient l'enregistrement au complet à la recherche d'arythmies en se basant sur l'auto-identification du logiciel d'analyse MARS (General Electric ©) et décrivaient les sections avec la fréquence cardiaque la plus élevée et la plus basse. Le temps de début et la fin des arythmies étaient aussi ajoutés au rapport final. L'investigateur principal a aussi évalué les Holters à la recherche d'arythmie et a complété une base de données avec l'heure de survenue de l'arythmie, le diagnostic d'arythmie et la classe d'arythmie (classifiées en 3 catégories : bradyarythmies, tachyarythmies ou autres arythmies [Supplément E]). Par après, le Hexoskin fut analysé à la recherche d'arythmies par l'investigateur principal et chaque arythmie fut aussi mise dans la base de données, avec son heure de survenue et la classification de l'arythmie. Par après, nous avons associé les arythmies entre les deux modalités, en tolérant jusqu'à 30 minutes de différence entre la survenue de chacune (pour tolérer la différence possible entre l'horloge de la console externe du Hexoskin et l'horloge du Holter) et afin d'obtenir un taux de détection (Valeur prédictive



positive) d'arythmies en utilisant l'Holter comme étalon d'or (c.-à-d. arythmies détectées de façon concomitante séparées au maximum de 30 minutes, par les deux modalités/arythmies détectées par l'Holter).

En ce qui a trait au tapis roulant, nous avons enregistré simultanément l'électrocardiogramme du tapis roulant (General Electronic MAC 5500) et nous avons obtenu des fréquences cardiaques moyennes à chaque intervalle de 30 secondes.

Les fréquences cardiaques moyennes entre le Hexoskin et l'Holter, à chaque heure d'enregistrement et entre l'Hexoskin et l'ECG de l'épreuve d'effort furent comparés et une corrélation intraclasse avec intervalle de confiance de 95% fut obtenue. La corrélation intraclasse fut interprétée de la manière suivante : 0.90 – 1.00 ; Très forte ; 0.70 – 0.90 forte ; 0.50 – 0.70 modérée ; 0.30 – 0.50 faible ; 0.00 – 0.30 négligeable. Des graphiques de Bland-Altman furent aussi obtenus afin de comparer la dispersion des mesures de fréquence cardiaque entre les différentes modalités.

### ***Développement de l'indice de vitalité***

L'Hexoskin enregistre six mesures en continu et produit un rapport de la moyenne de ces mesures à chaque heure (Tableau 6). Afin de dériver l'indice de vitalité, nous avons obtenu un rapport généré d'heure en heure à partir d'une transformation du signal de Hexoskin contenant les variables suivantes: fréquence cardiaque (Fc), fréquence respiratoire (Fr), activité (Act), cadence (CAD) nombre de QRS analysés (Batt) et un ratio de battements artéfactuels sur le nombre de battements total.

Tableau 6. Mesures enregistrées par l'Hexoskin

Mesures	Mesures de référence	Unité de mesure
Battements (Batt)	Nombre d'ondes « R » identifiées sur le tracé de l'électrocardiogramme	Nombre de QRS
Fréquence cardiaque (Fc)	La fréquence des cardiaques, telle que mesurée en identifiant les « pics » des ondes « R » sur l'électrocardiogramme et en obtenant la moyenne sur l'unité de temps.  <i>Dérivée à partir de la variable « Batt »</i>	Battements par minute
Fréquence respiratoire (Fr)	Fréquence respiratoire, telle que mesurée par les capteurs insérés dans la veste	Nombre de respirations par minute
Activité (Act)	Mesure du vecteur d'accélération retourné par l'accéléromètre dans les 3 directions (x, y, z). La moyenne sur une seconde de l'amplitude du signal du vecteur d'accélération est obtenue. Le vecteur est élevé durant un mouvement de haute intensité, comme la course et est nul au repos.	« g »  (Un multiple de la force d'accélération gravitationnelle sur la terre)  1g=9.8 m/s.
Cadence (Cad)	Cadence moyenne sur l'unité de temps en excluant les valeurs < 15 pas par minute  <i>Dérivée à partir du signal de l'activité.</i>	Nombre de pas par minutes
Ratio de battements artéfactuels	Ratio entre le nombre de battements artéfactuels et le nombre de battements total sur la durée de l'enregistrement. La détermination d'un battement artéfactuels était faite par l'algorithme propriétaire de l'Hexoskin.	Ratio entre 0 et 1, où 1 indique un signal avec 100% d'artéfacts

Nous avons créé un graphique centré sur la moyenne du changement circadien de chacune de ces variables, en obtenant pour chaque heure, la valeur moyenne de celles-ci, telle que dérivée sur l'ensemble de notre population. Par après, nous avons comparé la moyenne de ces mesures pré- et post-coronarographie avec un test  $t$  de Student pour mesures répétées. Les mesures qui avaient une évolution circadienne (diminuant/augmentant par rapport à la moyenne entre 18h00 et 8h00 et augmentant/diminuant par rapport à celle-ci entre 8h00 et 18h00) ont été retenues pour la création de notre indice de vitalité. L'indice de vitalité fut obtenu en multipliant ou en divisant les mesures qui avaient une évolution circadienne (selon leur relation avec la variation diurne) présente et qui évoluaient de façon significative après la coronarographie. Si l'évolution diurne de la variable était positive (définie comme une variable qui diminue par rapport à la moyenne entre 18h00 et 8h00 et augmente entre 8h00 AM et 18h00), nous multiplions les composantes de l'indice de vitalité par celle-ci et dans le cas d'une évolution diurne négative (définie comme une variable qui augmente par rapport à la moyenne entre 18h00 et 8h00 et diminue entre 8h00 AM et 18h00) nous divisons les composantes de l'indice de vitalité par celle-ci. Les mesures ayant des valeurs nulles ont été décrites mais ne furent pas incorporées pour le développement de l'indice de vitalité. Une moyenne de l'indice de vitalité à chaque tranche d'heure fut obtenue pour la visite 1 et la visite 2, puis une moyenne pour la visite 1 et la visite 2 fut obtenue chez chaque patient.

### ***Validation de l'indice de vitalité et normalisation des mesures de l'angine pour la vitalité***

Après avoir obtenu l'indice de vitalité moyen, par patient, pour chaque visite, nous avons procédé à sa validation, à la mesure de la répétabilité et à l'étude de sa réponse post traitement de l'angine (Tableau 7).

*Étude de Validation.* Notre hypothèse est que l'indice de vitalité aura une corrélation négative avec l'âge et aura une corrélation avec les domaines de limitation physique du SF-36, le pointage des sous-domaines de limitation physique stabilité de l'angine et fréquence de l'angine du QAS, ainsi qu'avec le pic de METS & la durée d'effort au tapis roulant. Pour valider l'indice de vitalité, nous avons créé des cartes thermiques de la corrélation de Pearson  $r$  entre les valeurs de l'indice de vitalité, les pointages obtenus par

les questionnaires et l'épreuve d'effort. Nous avons aussi obtenu les différences pré- et post- coronarographie des différents pointages et paramètres du tapis roulant et avons généré des cartes thermiques décrivant la corrélation de Pearson entre celles-ci et la différence de l'indice de vitalité pré- et post- coronarographie

*Étude de répétabilité.* Afin d'évaluer la répétabilité de l'indice de vitalité, nous avons utilisé des tests de Mann-Whitney U et une corrélation de Pearson afin d'analyser le changement à 2 semaines d'intervalle dans les pointages de vitalité obtenus chez les patients entre la visite 0 et la visite 1. Une corrélation plus élevée indique une répétabilité plus élevée.

*Étude de la réponse de l'indice de vitalité.* La réponse (ou la sensibilité au changement) est souvent exprimée en utilisant une estimation de la magnitude de l'effet, comme la taille de l'effet (obtenu en divisant la différence pré-examen et post-examen des pointages moyens par la écart type pré-examen)<sup>75</sup>. La taille de l'effet est classifié comme étant « faible » (Taille de l'effet < 0.20), « modérée » (Taille de l'effet 0.20 - 0.50) ou « élevée » (Taille de l'effet  $\geq 0.51$ )<sup>75</sup>. Afin de déterminer la réponse de l'indice de vitalité à une intervention, nous avons obtenu la différence de l'indice de vitalité entre la visite 1 et la visite 2, ainsi que la différence des mesures obtenus par les questionnaires/tapis roulant entre la visite 1 et la visite 2.

Chez tous les patients, nous avons normalisé les mesures des questionnaires (sous-domaines du « SF-36 », sous-domaines du QAS et QAS moyen, sous-domaines de « l'ASI » et du « GAD-7 »), les mesures du tapis roulant (durée sur l'épreuve d'effort, METS maximal), la classe SCC d'angine et le décompte d'angine et de nitroglycérine à courte durée d'action pour l'indice de vitalité (Figure 3). Par après, nous avons comparé la différence pré- et post-coronarographie de ces mesures ajustées pour l'indice de vitalité (« angine digitale ») par rapport à ces mêmes mesures, non ajustées, en utilisant un test-T pour échantillons appariés, si normalement distribuées, ou un test de Mann-Whitney, si non normalement distribuées.

*Figure 3. Mesures ajustées pour l'indice de vitalité*

$$\text{Classe } SCC_n = \frac{SCC}{\text{Indice de vitalité}}$$

$$\text{Décompte hebdomadaire d'angine}_n = \frac{\text{Décompte hebdomadaire d'angine}}{\text{Indice de vitalité}}$$

$$\text{Décompte hebdomadaire de nitroglycerine}_n = \frac{\text{Décompte hebdomadaire de nitroglycérine}}{\text{Indice de vitalité}}$$

$$\text{Durée}_n = \text{Durée} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{METS}_n = \text{METS} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF36 PL}_n = \text{SF36 PL} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF36 PCS}_n = \text{SF36 PCS} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF36 MCS}_n = \text{SF36 MCS} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF36 PF}_n = \text{SF36 PF} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF36 BP}_n = \text{SF36 BP} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF36 RE}_n = \text{SF36 RE} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF36 GH}_n = \text{SF36 GH} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF 36 VT}_n = \text{SF36 VT} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{SF 36 MH}_n = \text{SF36 MH} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{QAS}_n = \text{QAS} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{QAS LP}_n = \text{QAS LP} * \text{Indice de vitalité}$$

$$\text{QAS FA}_n = \text{QAS FA} * \text{Indice de vitalité}$$

$$QAS\ SA_n = QAS\ SA * Indice\ de\ vitalité$$

$$QAS\ PM_n = QAS\ PM * Indice\ de\ vitalité$$

$$QAS\ ST_n = QAS\ ST * Indice\ de\ vitalité$$

$$ASI_n = \frac{ASI}{Indice\ de\ vitalité}$$

$$ASI\ PCF_n = \frac{ASI\ PCF}{Indice\ de\ vitalité}$$

$$ASI\ SCF_n = \frac{ASI\ SCF}{Indice\ de\ vitalité}$$

$$ASI\ CGF_n = \frac{ASI\ CGF}{Indice\ de\ vitalité}$$

$$GAD_n = \frac{GAD}{Indice\ de\ vitalité}$$

**Légende :** SCC : Société Canadienne de Cardiologie; ASI : « Anxiety Sensitivity Index », Durée : Durée d'effort sur l'épreuve d'effort. SF-36 : « Short Form-36 »; PF : Fonction Physique; RP: Limitations dues à la santé physique; BP: Limitations due à la douleur; GH: Santé Globale; VT: Énergie/Vitalité; SF: Fonctionnement Social; RE: Limitation due aux problèmes émotionnels; MH; Santé Mentale; PCS: Composante de Pointage physique; MCS: Composante de pointage mental; QAS: Questionnaire d'angine de Seattle; LP: Limitation physique; SA: Stabilité de l'angine; FA: Fréquence de l'angine; ST: Satisfaction du Traitement; PM: Perception de la maladie; PCS: Composante de pointage physique; SCF: Composante de pointage social; CGF: Fonction cognitive globale; GAD: « General Anxiety Disorder ».

Par après, dans les sous-groupes de non-répondants à la stratégie de traitement de l'angine (tel que défini dans le Tableau 4), nous avons comparé les différentes mesures d'évaluation de l'angine (classe SCC, décompte hebdomadaire d'angine, décompte hebdomadaire de nitroglycérine, domaine de limitation physique du SF-36, domaine physique global du SF-36, le QAS moyen, tous les domaines du QAS, et la durée

du tapis roulant) ajustées pour l'indice de vitalité vs celles non ajustées pour l'indice de vitalité afin de voir si ce dernier permet une meilleure détection de changement post-coronarographie.

*Tableau 7. Développement de l'indice de vitalité*

Mesures utilisées	Mesures de référence	Analyse
<b>Étude de validation</b>		
Indice de vitalité	« SF-36 », QAS, « GAD-7 », « ASI », Durée sur l'épreuve d'effort, BORG maximal et METS maximal, décompte hebdomadaire d'angine et de nitroglycérine, classe SCC	Corrélation de Pearson entre valeurs absolues et différence pré- et post-coronarographie
<b>Répétabilité [Entre visite 0 et visite 1]</b>		
Patients avec maladie coronarienne stable	Changement à 1-2 semaine de l'indice de vitalité	Test de Mann-Whitney ou test <i>t</i> de Student selon la normalité, Coefficient de Pearson
<b>Réponse [Entre visite 1 et 2]</b>		
Patients ayant eu une coronarographie	Changement post coronarographie de l'indice de vitalité	Taille de l'effet & Test de Mann-Whitney ou test <i>t</i> de Student selon la normalité
Changement pré- et post-coronarographie des différentes mesures des questionnaires et du tapis roulant, ajustées pour l'indice de vitalité	Sous-domaines du « SF-36 », QAS, « GAD-7 », « ASI ».  Durée sur l'épreuve d'effort, METS maximal, décompte hebdomadaire d'angine et de nitroglycérine et classe SCC non normalisés pour l'Indice de vitalité	Taille de l'effet & Test <i>t</i> pour échantillons appariés
Changement pré- et post-coronarographie des différentes mesures des questionnaires et du tapis roulant, ajustées pour	Sous-domaines du « SF-36 », QAS, « GAD-7 », « ASI ».	Taille de l'effet & Test <i>t</i> pour



l'indice de vitalité chez les patients classés comme « non-répondant »	Durée sur l'épreuve d'effort, METS maximal, décompte hebdomadaire d'angine et de nitroglycérine et classe SCC non normalisés pour l'indice de vitalité	échantillons appareillés
--	--	--------------------------

*Statut de répondant tel que déterminé par :*

SF-36 domaine de limitation physique (Différence < 10)

QAS domaine de limitation physique (AF), de fréquence de l'angine (AF) et de sévérité de l'angine (AS) (Différence < 10)

Durée du tapis roulant (Différence < 0)

Nombre d'épisodes d'angine par semaine (Différence < 0)

### ***Analyses statistiques***

Les questionnaires ont été analysés tel que publié précédemment dans la littérature et les sous-domaines appropriés furent dérivés pour le QAS, le SF-36 et l'ASI<sup>5,76-78</sup>. Un pointage de « QAS » global fut obtenu en dérivant la moyenne des 5 sous-domaines du QAS. En plus d'analyser le QAS comme variable continue, nous avons réalisé des analyses secondaires où le sous-domaine « Fréquence de l'angine » (QAS-AF) du QAS fut traitée comme variable ordinale chez les patients n'ayant pas complété leur journal d'angine, avec les patients étant classifiés comme ayant aucune angine (pointage de 100), ayant de l'angine tous les mois (0.25/semaine) [pointage de 70-90], à toutes les semaines (1/semaine) [pointage de 40-60] ou quotidiennement (pointage  $\leq$  30) (7/semaine). Le nombre d'épisodes d'angine et la quantité de nitroglycérine à courte action furent additionnés sur une période d'au moins 14 jours pré- et post-coronarographie et les données furent rapportées en nombre d'épisodes/quantité de nitroglycérine par semaine si le participant n'a pas complété son journal d'angine, nous avons dérivé une estimation de la quantité d'angine en nous basant sous le sous-domaine de fréquence de l'angine du QAS.

Les variables continues sont présentées en utilisant la moyenne  $\pm$  écart type (ET) ou la médiane (intervalle interquartile [IIQ]) et sont comparés en utilisant le test  $t$  (pour mesures répétées) ou le test de Mann-Whitney, tel qu'indiqué. Les variables catégoriques sont présentées comme des fréquences (pourcentage) et comparées selon le Chi-Carré ou le test exact de Fisher. Un modèle de régression linéaire univarié fut développé afin d'établir la relation entre la taille de la veste et le taux d'artéfacts et afin d'établir si l'âge était un prédicteur de l'indice de vitalité. Un autre modèle multivarié, utilisant la taille de la veste et l'âge du patient comme variables indépendantes et le taux d'artéfacts comme variable dépendante fut aussi développé. Les valeurs  $p < 0.05$  étaient considérées significatives. Les analyses statistiques ont été réalisées avec Python 2.7, incluant les libraires scientifiques de python (version 0.19.1), « sci-kit learn » (version 0.19.0) et « matplotlib (version 2.0.2) », grâce à Jupyter Notebook (version 5.5.0).

## Résultats

### Résultat de la procédure et de la coronarographie

De novembre 2016 à juillet 2018, nous avons approché 35 patients et avons recruté 30 patients (Figure 4). La majorité des patients étaient des hommes ( $n=28$ ; 93.3%), caucasiens ( $n=29$ ; 96.7%), avec un âge médian de 68 ans (IIQ : 7) [Tableau 8]. L'intégralité de la cohorte souffrait d'angine typique et 8 participants avaient de l'angine stable (Tableau 8), de classe SCC I ( $n=2$ ; 6.7%); II ( $n=13$ ; 43.3%), III ( $n=13$ ; 43.3%) ou IV ( $n=2$ ; 6.7%) [Tableau 8]. La plupart des patients avaient des facteurs de risque de MCAS et 13 patients avaient déjà eu un infarctus du myocarde, alors que 18 et 11 participants avaient déjà été revascularisés par ICP ou par PAC, respectivement. Lors de la coronarographie, la majorité des patients avaient des sténoses épicaudiques  $\geq 70\%$ , en médiane, dans 3 vaisseaux (IIQ : 1.0). Le cardiologue traitant a décidé que la meilleure stratégie de traitement de l'angine était l'ICP chez 20 participants (66.7%), le PAC chez 6 patients (20.0%) et le traitement médical chez 4 patients (13.3%). Chez les patients traités médicalement, un s'est vu doubler sa dose de nitroglycérine à longue durée d'action et un autre s'est vu introduire un bloqueur de canaux calciques dihydropyridine et de nitroglycérine à longue durée d'action. Les deux autres patients traités médicalement n'ont pas eu de changement de médicaments puisqu'ils

recevaient déjà des doses maximales d'une triple thérapie anti-angineuse. Plutôt, ils furent référés à notre clinique d'angine réfractaire pour prise en charge après la fin de l'étude. Les patients ont eu des doses constantes de bêtabloquants durant la durée de l'étude et les médicaments ne furent pas changés pour la durée de l'étude, sauf pour l'ajout d'antiplaquettaires après ICP.

Seulement 16 participants (53.3%) ont eu une résolution complète de leur angine post coronarographie. La proportion des patients selon la classe SCC post-coronarographie était la suivante : 4 patients classe SCC I (13.3%), 7 patients classe SCC II (23.3%), 3 patients classe SCC III (10.0%). La veste a été bien tolérée par les 30 patients. Seul un épisode d'allergie (aux produits de contraste) a été rapporté dans la durée de l'étude. Cet épisode d'allergie fut jugé non relié à la veste Hexoskin par l'investigateur principal. Trois visites médicales planifiées ont été observées durant l'étude : une pour cholécystite aiguë ayant entraîné une hospitalisation, une autre pour l'allergie au contraste iodés reliée à la coronarographie (tel que décrit ci-haut) et enfin une troisième pour un épanchement pleural gauche relié à la chirurgie de pontages et nécessitant drainage.

Figure 4. Recrutement des patients

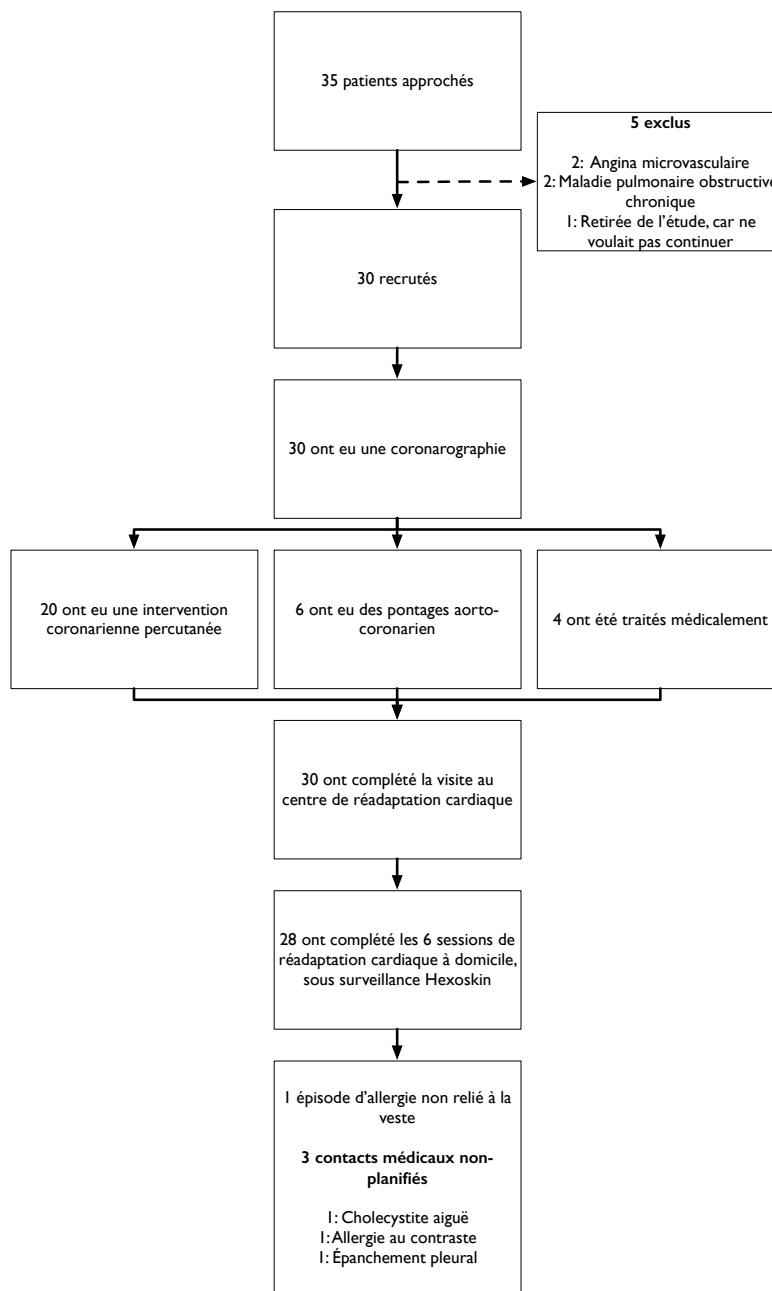


Tableau 8. Données démographiques

	n=30
	n (%)
Âge, a, médiane (IIQ)	68 (7)
Femmes	2 (6.7)
Présence d'angine typique	30 (100)
Classe SCC	
I	2 (6.7)
II	13 (43.3)
III	13 (43.3)
IV	2 (6.7)
Antécédents médicaux	
Infarctus du myocarde	13 (43.3)
ICP	18 (60.0)
PAC	11 (36.7)
Insuffisance cardiaque	0 (0)
IRC*	0 (0)
Diabète	11 (36.7)
Type 1	0 (0)
Type 2	11 (36.7)

Dyslipidémie	27 (90.0)
Hypertension artérielle	23 (76.7)
Tabagisme actif	2 (6.7)
Antécédent de tabagisme	17 (56.7)
N'a jamais fumé	11 (36.7)
<b>Race</b>	
Caucasien	29 (96.7)
Asiatique	1 (3.3)
<b>Paramètres cliniques de repos au départ</b>	
Fréquence cardiaque, bpm, moyenne, ET	60.0±10.2
Pression artérielle systolique, mm Hg, moyenne, ET	134.0±19.0
Pression artérielle diastolique, mm Hg, moyenne, ET	71.0±13.5
Grandeur, cm, médiane (IIQ)	171.0 (10.0)
Poids, kg, médiane (IIQ)	88.0 (25.0)
Tour de taille, cm, médiane (IIQ)	99.0 (13.0)
Tour de nombril, cm, médiane (IIQ)	108.0 (15.5)
Circonférence du thorax, moyenne ± ET	107.5±19.3
<b>Abréviations</b> : ET : Écart-type; IIQ : Intervalle interquartile; ICP : Intervention coronarienne percutanée; PAC : Pontages aorto-coronariens; IRC : Insuffisance rénale chronique; SCC : Société Canadienne de Cardiologie; a : années, cm : centimètre; bpm : battements par minute.	
*Défini selon les critères de la fondation Nationale du Rein <sup>86</sup>	

*Tableau 9. Résultats de la coronarographie et stratégie de traitement de l'angine*

Variables	N=30
	n (%)
<b>Nombre d'artères avec sténose <math>\geq</math> 70%, médiane, IIQ</b>	3 (1.0)
<b>Stratégie de traitement de l'angine</b>	
ICP	20 (66.7)
PAC	6 (20.0)
Thérapie médicale	4 (13.3)
<b>Revascularisation</b>	
Complète	14 (46.7)
Partielle	12 (40.0)
Aucune revascularisation	4 (13.3)
<b>Angine post-coronarographie</b>	
Résolution complète	16 (53.3)
SCC I	4 (13.3)
SCC II	7 (23.3)
SCC III	3 (10.0)
SCC IV	0 (0)
<b>Abréviations :</b> IIQ : Intervalle interquartile, ICP : Intervention coronarienne percutanée ; PAC : Pontages aorto-coronariens ; SCC : Société Canadienne de Cardiologie.	

## Validation du signal électrocardiographique de la veste Hexoskin

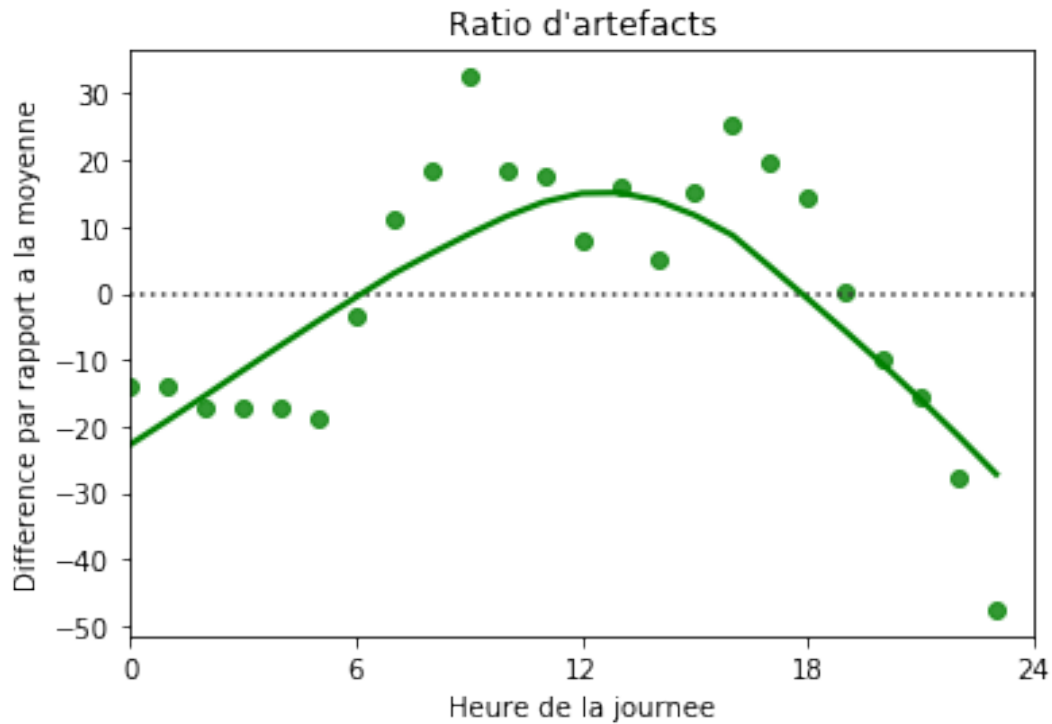
La fréquence cardiaque, telle que mesurée par l'Hexoskin, était en moyenne 1.9 BPM plus élevée que celle observée pendant l'épreuve d'effort avec l'électrocardiogramme du tapis roulant ( $92.3 \text{ bpm} \pm 11.3 \text{ bpm}$  vs  $90.4 \text{ bpm} \pm 11.7 \text{ bpm}$ ;  $p=0.01$ ) (Figure 6A). La mesure de fréquence cardiaque entre les deux modalités a démontré une forte corrélation (Corrélation intraclasse 0.95 [IC 95% : 0.94 - 0.96] ; Tableau 10).

Lors de l'enregistrement simultané entre l'Holter et l'Hexoskin, un plus grand nombre d'heures fut capturé par l'Holter qu'avec l'Hexoskin ( $48.0 [0]$  vs  $43.0 [21.3]$ ), principalement à cause de l'autonomie plus courte du système d'enregistrement du Hexoskin (12 heures en moyenne) et de la nécessité pour la participant de changer la pile. La plus courte autonomie de l'Hexoskin impliquait donc une intervention du patient pour changer la pile et resynchroniser adéquatement le système.

Toutes les vestes et Holvers furent installées lors des jours ouvrables, entre 10h et 14h00. Lors de l'enregistrement simultané avec l'Holter, le signal de l'Hexoskin avait  $47.6 \pm 23.4\%$  de données artéfactuelles non interprétées, alors que la quasi-intégralité du signal Holter fut utilisable chez tous les patients, sauf 1 patient ayant 1 enregistrement avec 24 heures artéfactuelles (Tableau 10). Le taux d'artéfact de l'Hexoskin a démontré une variation circadienne et il était 30% plus élevé que la moyenne entre 6 h et 18h. Ce taux diminuait significativement pendant la nuit, lors de périodes de repos de nos patients (Figure 5). Il n'y avait pas de différence pour la proportion d'artéfacts entre la visite 0 (sans Holter) et la visite 1 ([Avec Holter]  $0.46 \pm 0.21$  vs  $0.46 \pm 0.18$ ;  $p=0.47$ ) ou la visite 0 et la visite 2 ( $0.46 \pm 0.21$  vs  $0.45 \pm 0.30$ ;  $p=0.5$ ; Tableau 10). Par ailleurs, il y avait plus d'artéfacts dans les 8 premières heures d'enregistrement que dans la durée subséquente d'enregistrement, en excluant ces 8 premières heures. ( $0.57 \pm 0.37$  vs  $0.44 \pm 0.28$  respectivement;  $p=0.03$ ).



Figure 5. Variation du ratio d'artefacts en fonction de l'heure d'enregistrement



**Légende :** Ligne verte : Tendence des mesures; Points verts : Moyenne de la mesure pour chaque heure; Ligne pointillée : Moyenne de la mesure, centrée à 0.

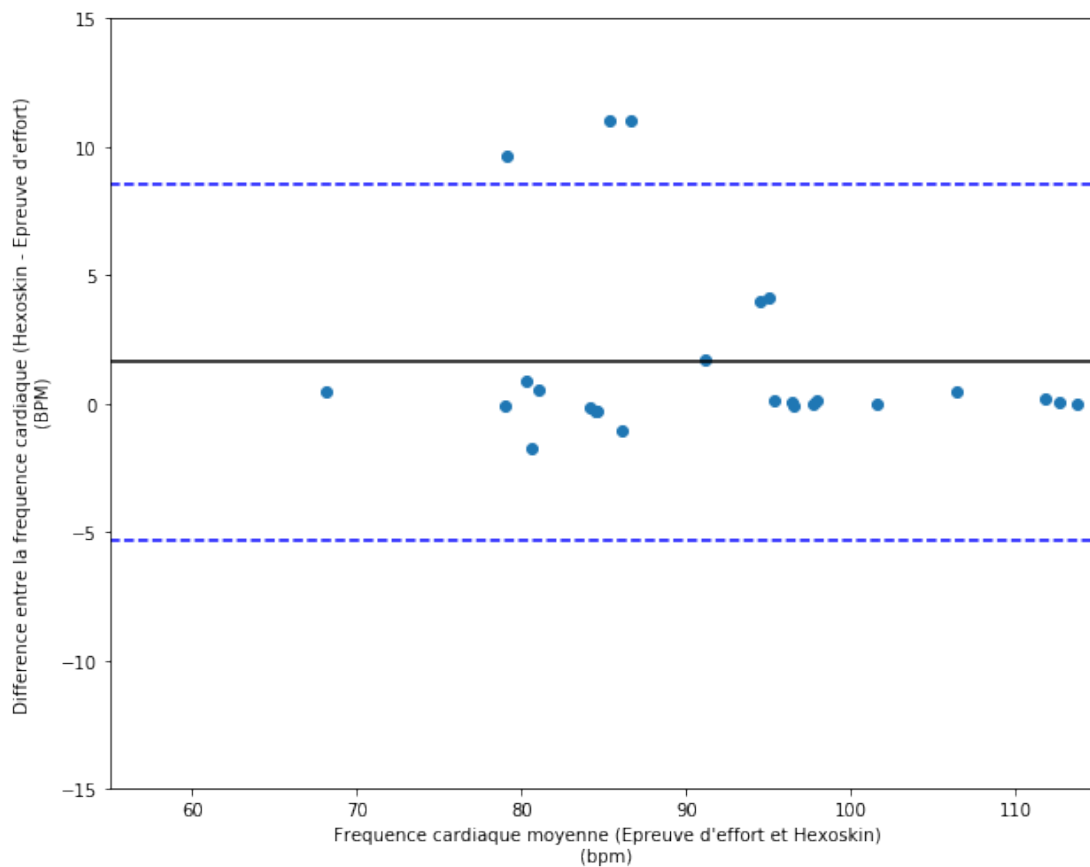
En utilisant une régression linéaire, la taille de la veste utilisée était un prédicteur significatif d'un ratio d'artefacts supérieur, où pour chaque augmentation de la taille de veste, la proportion d'artefacts augmentait de 5% (Coefficient : 0.05 [IC 95% : 0.024 – 0.083];  $p=0.001$ ). La taille de la veste restait un prédicteur indépendant d'une proportion d'artefacts plus élevée (Coefficient : 0.06 [IC 95% : 0.017 – 0.104];  $p=0.008$ ). lorsqu'ajusté pour l'indice de masse corporelle, qui lui, n'était pas significatif (Coefficient : 0.01 [IC 95% : -0.026 – 0.011];  $p=0.412$ )

La fréquence cardiaque moyenne identifiée par l'Hexoskin était en moyenne 5 battements plus élevés que celle de l'Holter ( $74.5 \pm 8.4$  vs  $69.8 \pm 11.1$  ;  $p<0.01$ ) [Figure 6B]. Nous avons analysé les tranches

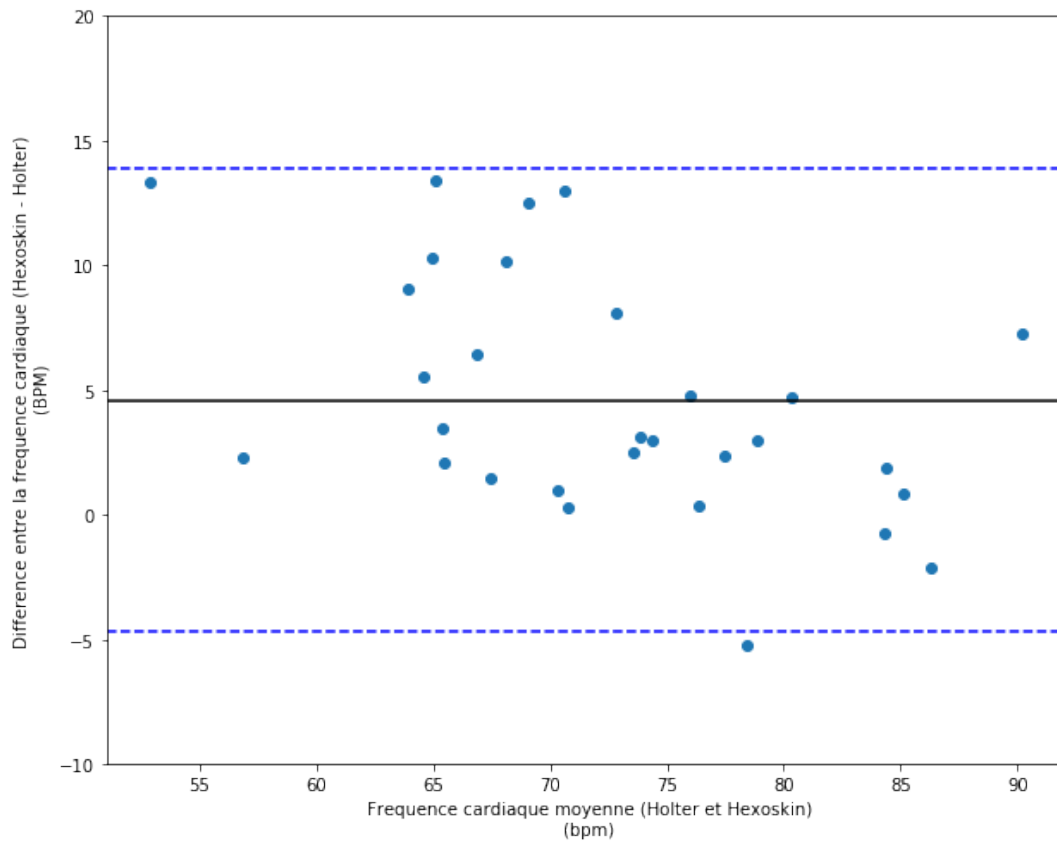
d'heure avec <50% d'artéfacts et avons trouvé une forte corrélation entre les mesures de fréquence cardiaque moyenne entre l'Holter et le Hexoskin (corrélation intraclass : 0.85 [IC 95 : 0.83 - 0.86]). Dans ces segments, nous retrouvons 80% des tachyarythmies, 90% des bradyarythmies et 80% des autres arythmies identifiées par l'Holter.

*Figure 6. Courbes de Bland-Altman pour la fréquence cardiaque moyenne*

A.



B.



**Légende :** Courbes de Bland-Altman pour **(A)** la fréquence cardiaque (Fc) moyenne, par patient, comparant l'Hexoskin avec l'épreuve d'effort où la différence =  $(Fc \text{ Hexoskin} - Fc \text{ Épreuve d'effort})$  et où la moyenne =  $(Fc \text{ Hexoskin} + Fc \text{ Épreuve d'effort})/2$  ; **(B)** la fréquence cardiaque (Fc) moyenne, par patient, comparant l'Hexoskin avec le Holter, où la différence =  $(Fc \text{ Hexoskin} - Fc \text{ Holter})$  et où la moyenne =  $(Fc \text{ Hexoskin} + Fc \text{ Holter})/2$ . Les lignes bleues indiquent l'intervalle de confiance de 95% ( $\pm 1.96 \times$  la déviation standard) et la ligne continue au milieu démontre la valeur moyenne.

Tableau 10. Validation du Hexoskin avec l'Holter et l'épreuve d'effort

Test paraclinique utilisé	N=30		
	Médiane (IIQ)		
Hexoskin	Visite 0	Visite 1	Visite 2
Fraction de données artéfactuelles avec le Hexoskin	0.46 (0.21)	0.46 (0.18)	0.45 (0.30)
<b>Épreuve d'effort</b>			
Fréquence cardiaque moyenne à l'épreuve d'effort, moyenne $\pm$ ET, BPM		92.3 $\pm$ 11.3	
Fréquence cardiaque au Hexoskin, moyenne $\pm$ ET, BPM		90.4 $\pm$ 11.7	
Corrélation intra classe des mesures de Fc per 30 secondes entre le Hexoskin et l'épreuve d'effort, (IC 95%)		0.95 (0.94 - 0.96)	
<b>Holter</b>			
Nombres d'heures d'enregistrement avec l'Holter		48.0 (0)	
Nombre d'heures d'enregistrement avec le Hexoskin		43.0 (21.3)	
Taux de détection de tachyarythmies avec le Hexoskin, %		80	
Taux de détection de bradyarythmies avec le Hexoskin, %		90	
Taux de détection de d'autres arythmies, %		80	
Fréquence cardiaque moyenne à		69.8 $\pm$ 11.1	

l'Holter, moyenne  $\pm$  ET, BPM

Fréquence cardiaque au Hexoskin,  
moyenne (ET), BPM

74.5 $\pm$ 8.4

Corrélation intraclasse des mesures  
de la Fc moyenne du Hexoskin avec  
l'Holter (IC 95%)

0.85 (0.83 - 0.86)

---

**Abréviations** : Fc: Fréquence cardiaque; IC : Intervalle de confiance; ET : Écart-type.

## Évolution des mesures obtenues avec le Hexoskin

Entre la visite 1 et 2, la fréquence cardiaque moyenne (72.8 $\pm$ 12.2 vs 75.3 $\pm$ 11.3;  $p < 0.01$ ), la cadence moyenne (15.4 $\pm$ 9.6 vs 15.4 $\pm$ 10.5;  $p < 0.01$ ) et l'activité moyenne (0.041 $\pm$ 0.027 vs 0.044 $\pm$ 0.028 ;  $p = 0.04$ ) ont toutes augmenté de façon significative, alors que la fréquence respiratoire et le nombre de battements analysés par heure n'ont pas varié de façon significative (Tableau 11). La distribution de ces mesures est présentée dans la Figure 7. On note une distribution normale de la fréquence cardiaque; l'activité moyenne avait une distribution centrée vers la gauche. Pour ce qui est de la fréquence respiratoire, du nombre de battements analysés et de la cadence moyenne, celles-ci avaient une distribution bimodale avec la majorité des valeurs à « 0 », témoignant d'une absence d'enregistrement de signal pendant ces périodes de temps. Si nous excluons les valeurs à « 0 », la distribution est normale. Pendant la période diurne (entre 8h00 et 18h00), il y avait une augmentation progressive de la fréquence cardiaque moyenne, de l'activité moyenne et de la cadence moyenne pour atteindre le sommet à midi, puis une diminution progressive jusqu'à minuit où le nadir était atteint (Figure 8). On observait le relation inverse pour le nombre de battements analysés (Figure 8). Pour ce qui est de la fréquence respiratoire, celle-ci n'avait pas de variation significative dans la journée (Figure 8).

*Tableau 11. Évolution des mesures du Hexoskin*

	N=30		
	Moyenne $\pm$ ET		
	Visite 1	Visite 2	Valeur P
Fréquence cardiaque moyenne (bpm)	72.8 $\pm$ 12.2	75.3 $\pm$ 11.3	< 0.01
Fréquence respiratoire (bpm)	15.4 $\pm$ 9.6	15.4 $\pm$ 10.5	0.97
Cadence moyenne (pas par minute)	33.5 $\pm$ 32.9	37.9 $\pm$ 34.5	< 0.01
Activité moyenne (G)	0.041 $\pm$ 0.027	0.044 $\pm$ 0.028	0.04
Nombre de battements cardiaques analysés en moyenne par heure	1996.9 $\pm$ 1407.1	1974.13 $\pm$ 1406.5	0.71

**Abréviations:** Fc: Fréquence cardiaque; IC : Intervalle de confiance; ET : Écart-type.

Figure 7. Distribution des valeurs des différentes mesures de l'Hexoskin

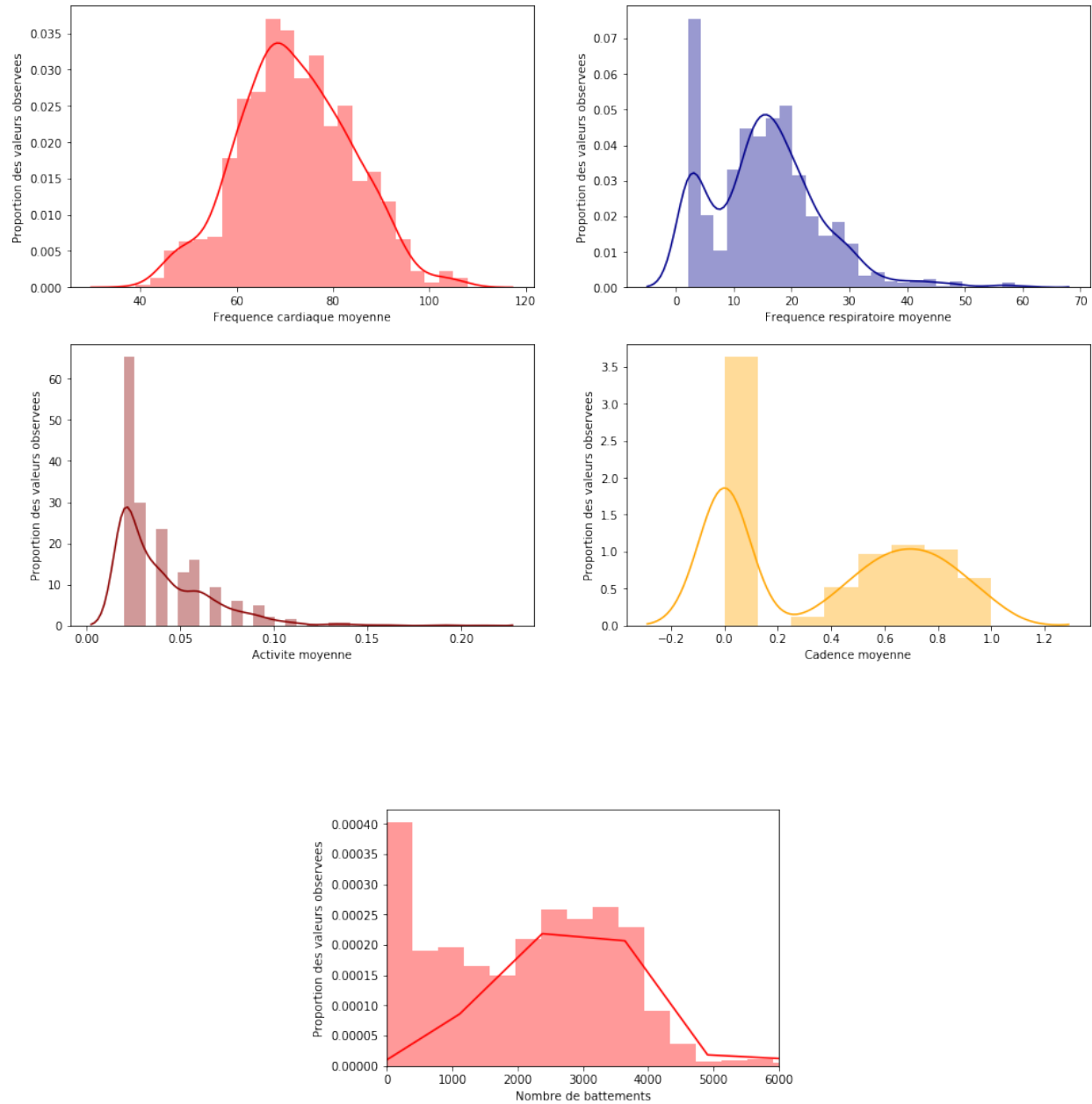
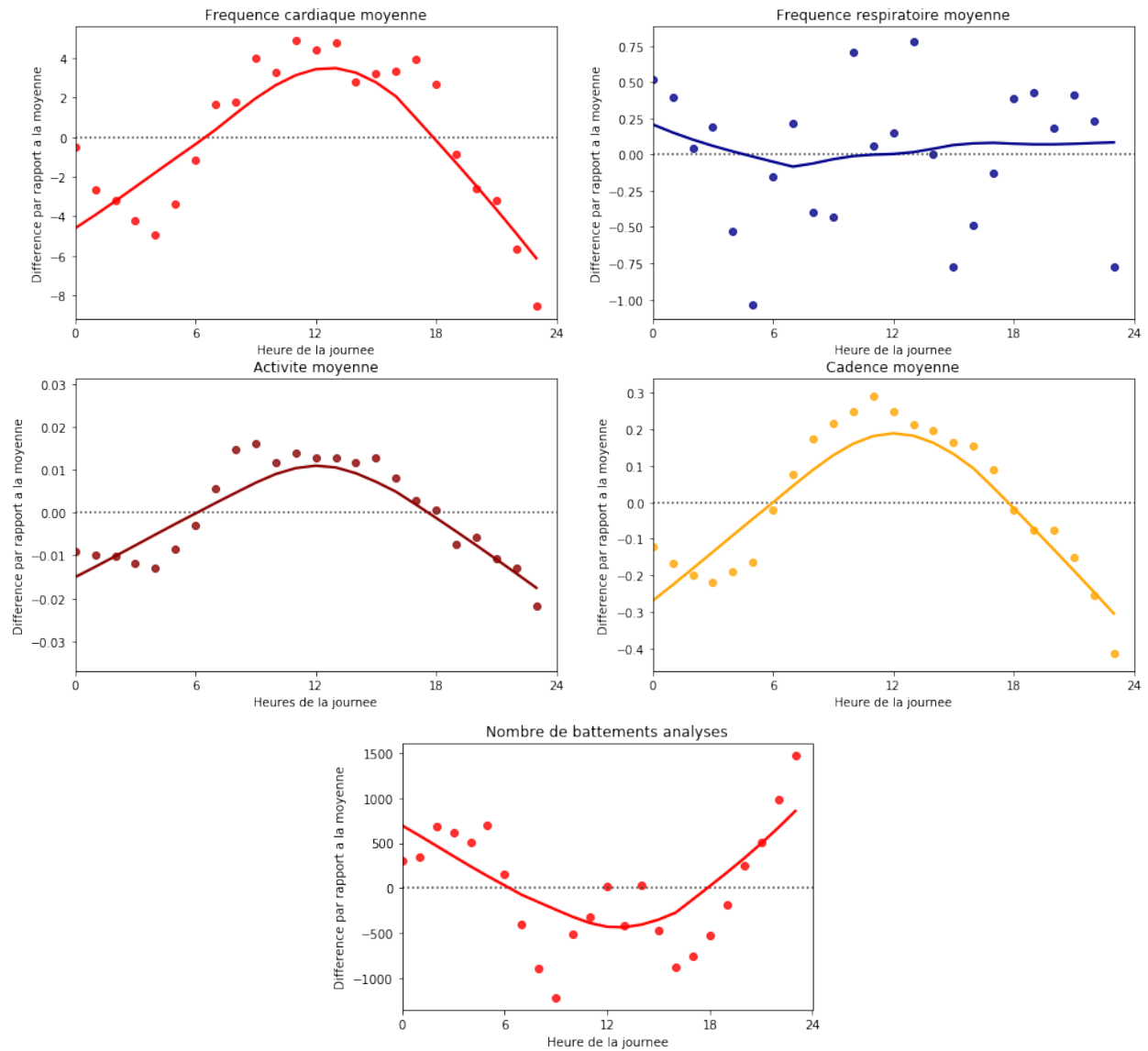


Figure 8. Évolution circadienne des mesures du Hexoskin



**Légende :** Ligne colorée : Tendence des mesures; Points colorés: Moyenne de la mesure pour chaque heure; Ligne colorée : Moyenne de la mesure, centrée à 0.



## Développement et validation de l'indice de vitalité

Après inspection des données, nous avons sélectionné la fréquence cardiaque moyenne (définie comme le nombre de battements moyens obtenus sur une période d'une heure) et l'activité moyenne (définie comme la moyenne sur une heure de l'amplitude du signal du vecteur d'accélération et représentant l'actigraphie du patient) comme variables formant l'indice de vitalité. Puisque ces deux variables avaient une relation positive diurne, nous les avons multipliées ensemble afin d'en maximiser leur effet. La fréquence respiratoire et le nombre de battements analysés furent exclus, car ces variables n'ont pas varié de façon significative post-coronarographie et de nombreuses valeurs se retrouvaient à « 0 » lors de la période d'enregistrement ce qui avait pour effet de réduire à « 0 » l'indice de vitalité lorsque multiplié avec les autres composantes de celui-ci. Similairement, la cadence moyenne fut aussi exclue, car celle-ci était dérivée de « l'activité », variable déjà incluse dans notre indice de vitalité et car la cadence était colinéaire avec l'activité.

L'indice de vitalité dérivé à partir de ce modèle fut le suivant :

$$\text{Indice de vitalité} = Fc_{\text{moy}} * Act_{\text{moy}}$$

**Abréviations :**  $Fc_{\text{moy}}$  : Fréquence cardiaque moyenne;  $Act_{\text{moy}}$  : Activité moyenne.

La distribution de l'indice de vitalité était centrée vers la gauche (Figure 9) et celui-ci présentait une variation circadienne positive durant la journée, avec une augmentation progressive entre 6h00 AM et 10h00 AM, un plateau entre 10h00 et 17h00, où l'indice de vitalité était plus élevé de 1.5 par rapport à sa valeur moyenne, puis une diminution progressive jusqu'à minuit où le nadir était atteint (Figure 10). Un plateau était formé entre minuit et 6h00 AM et l'indice de vitalité était plus bas de 1.0 par rapport à sa valeur moyenne durant ses heures.

Figure 9. Histogramme de la distribution des valeurs de l'indice de vitalité, obtenues à chaque heure

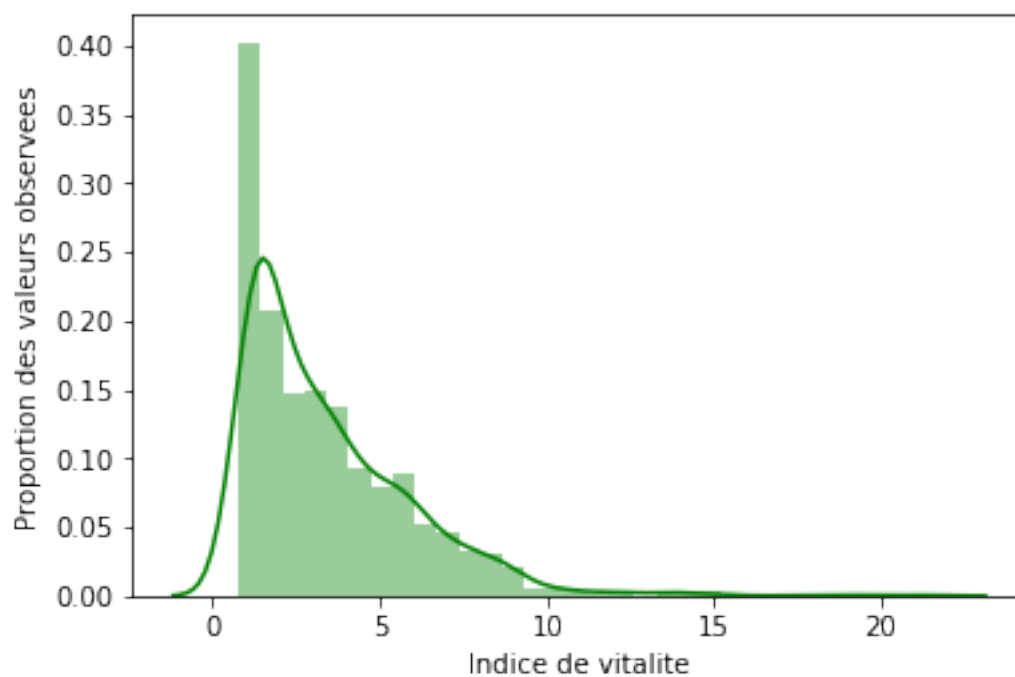
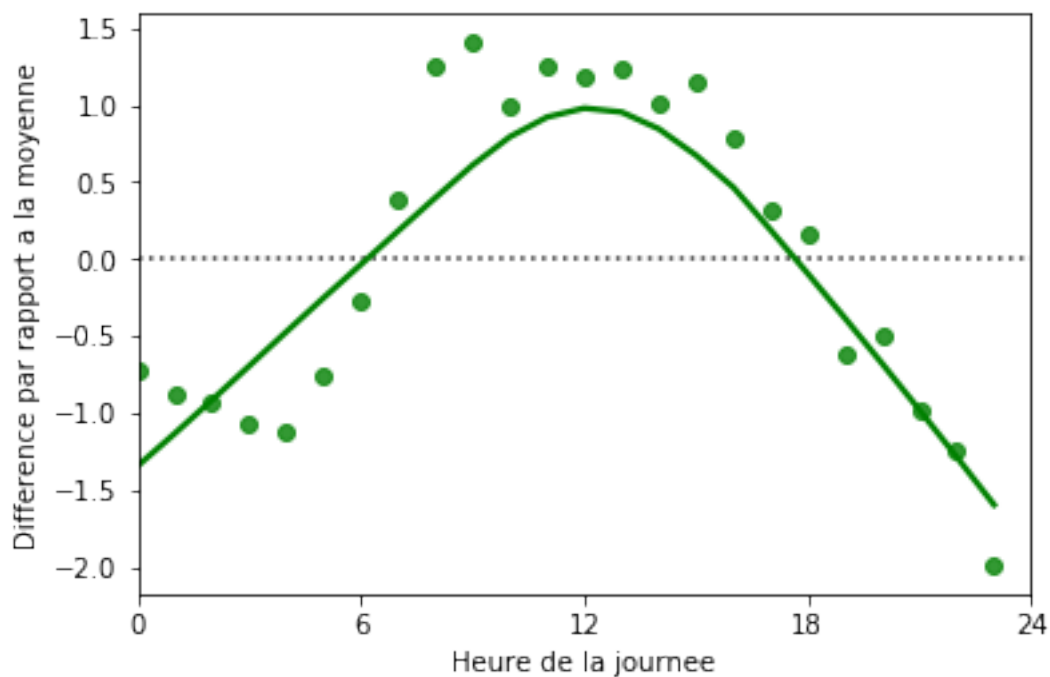


Figure 10. Évolution circadienne de l'indice de vitalité



**Légende :** Ligne verte : Tendence des mesures; Points verts : Moyenne de la mesure pour chaque heure;  
Ligne pointillée : Moyenne de la mesure, centrée à 0.

### Étude de validation

L'indice de vitalité avait une corrélation faible négative avec l'âge, les sous-domaines de l'ASI sauf celui de la limitation sociale (ASI-SCF) [Figure 11]. Celui-ci avait une corrélation faible et positive avec la vitalité tel que mesuré par le SF-36 ( $r=0.38$ ), avec le nombre de METS maximal sur le tapis ( $r=0.45$ ). La corrélation était modérée par rapport à la sous-échelle de satisfaction du traitement, telle que mesurée par le QAS ( $r=0.69$ ), la perception de la maladie (QAS-PM;  $r=0.51$ ), le QAS moyen ( $r=0.69$ ), l'utilisation hebdomadaire de nitroglycérine ( $r=0.55$ ) et le temps d'effort sur le tapis avant l'apparition des douleurs

( $r=0.53$ ) [Figure 11]. Finalement, la corrélation était forte avec la limitation physique telle que mesurée par le QAS (QAS-LP;  $r=0.89$ ) [Figure 11]. Toutes les autres corrélations étaient négligeables.

Par ailleurs, lorsque nous comparions les différences entre les mesures pré- et post-coronarographie, l'indice de vitalité avait une corrélation positive faible avec l'âge ( $r=0.43$ ), le QAS-PM ( $r=0.35$ ) et avec le QAS moyen ( $r=0.34$ ) [Figure 12]. La corrélation était modérée et négative avec le pointage du « GAD-7 » ( $r=-0.52$ ) [Figure 12] et modérée et positive avec la durée jusqu'à la dépression du segment ST ( $r=0.74$ ; Figure 12). En analyse univarié, l'âge était un prédicteur négatif de l'indice de vitalité à la visite pré coronarographie (Coefficient=-0.10; IC 95%: -0.15 - -0.04;  $p=0.01$ ) donc les gens plus âgés avaient en moyenne un index de vitalité plus bas lors de l'évaluation de base.

Figure 11. Validation de l'indice de vitalité - Carte thermique des corrélations entre l'indice de vitalité et les autres mesures collectées



**Abréviations :** SCC : Société Canadienne de Cardiologie; SF36 : « Short-Form 36 »; QAS : Questionnaire d'angine de Seattle ; ASI : « Anxiety Sensitivity Index »; GAD : « General Anxiety Disorder »; SF36-PCS : Pourcentage du pointage physique global du SF-36; SF36-MCS : Pourcentage pointage mental global du SF-36; SF36-PF : Pourcentage du sous-domaine de limitation physique du SF-36; SF36-VT : Pourcentage du sous-domaine de vitalité du SF36; QAS-LP : Limitation physique, mesurée par le QAS. QAS-SA : Sévérité de , mesurée par le QAS.; QAS-FA : Fréquence de l'angine, mesurée par le QAS. QAS-ST : Satisfaction du traitement, mesurée par le QAS. QAS-PM : Perception de la maladie, mesurée par le QAS; DRS : Douleur rétrosternale.

Figure 12. Validation de l'indice de vitalité - Carte thermique des corrélations entre la différence de l'indice de vitalité et des autres mesures collectées pré- et post-coronarographie



**Abréviations :** SCC : Société Canadienne de Cardiologie; SF36 : « Short-Form 36 »; QAS : Questionnaire d'angine de Seattle ; ASI : « Anxiety Sensitivity Index »; GAD : « General Anxiety Disorder »; SF36-PCS : Pourcentage du pointage physique global du SF-36; SF36-MCS : Pourcentage pointage mental global du SF-36; SF36-PF : Pourcentage du sous-domaine de limitation physique du SF-36; SF36-VT : Pourcentage du sous-domaine de vitalité du SF36; QAS-LP : Limitation physique, mesurée par le QAS. QAS-SA : Sévérité de , mesurée par le QAS.; QAS-FA : Fréquence de l'angine, mesurée par le QAS. QAS-ST : Satisfaction du traitement, mesurée par le QAS. QAS-PM : Perception de la maladie, mesurée par le QAS; DRS : Douleur rétrosternale.

### ***Étude de répétabilité***

Seulement 18 patients ont complété l'enregistrement d'essai de 24 heures lors de la visite 0, car les 12 autres patients avaient une coronarographie prévue trop rapprochée de la date d'entrée dans l'étude afin de permettre le déroulement de la visite 0. Chez ces 18 patients, l'indice de vitalité médian n'a pas observé de variation significative entre la visite 0 et 1 (2.64 [1.23] vs 2.49 [1.92];  $p=0.31$ ) et fut modérément corrélé entre les deux visites ( $r=0.59$ ).

### ***Réponse à la coronarographie***

Les patients ont modifié leur vitalité après la coronarographie. L'indice de vitalité a augmenté de façon significative (2.30 [1.38] pré-coronarographie vs 2.70 [1.12] post-coronarographie;  $p=0.05$ ) post traitement de l'angine. La taille de l'effet de l'indice de vitalité fut de 0.31, ce qui indique un effet modéré du traitement de l'angine (percutané, chirurgical ou médical) sur celui-ci. L'amélioration de l'indice de vitalité était surtout vue dans le groupe de ICP, alors que le groupe de traitement médical et chirurgical n'ont pas vu d'amélioration significative (Médical : 2.85 [1.66] pré-coronarographie vs 3.10 [1.14] post coronarographie;  $p=0.33$ ; percutané : 2.07 [1.39] pré-coronarographie vs 2.70 [2.20] post coronarographie;  $p=0.04$ ; chirurgical : 2.70 [0.44] pré- vs 2.24 [0.6] post-chirurgie;  $p=0.16$ ).

Au test de qualité de vie générique SF-36, la composante de pointage de la fonction physique (62.6 [21.7] vs. 71.1 [23.8] ;  $p<0.05$ ) s'est améliorée significativement post coronarographie (Taille de l'effet modérée=0.39) alors que les autres sous-domaines du SF-36 n'ont pas vu d'amélioration significative (Tableau 12). Parmi les domaines du QAS, la limitation physique, la stabilité de l'angine, la fréquence de l'angine et la satisfaction du traitement se sont améliorées significativement post coronarographie, tandis que le domaine de perception de la maladie ne s'est pas amélioré significativement (Tableau 12). En ce qui a trait à l'anxiété, les trois domaines du « ASI » n'ont pas vu d'amélioration significative et le « General Anxiety Questionnaire » pré- post- ne s'est pas amélioré significativement.

Tous les patients ont eu une épreuve d'effort pré- et post- coronarographie. Pour l'épreuve d'effort, le double produit, le BORG maximal, le nombre de METS maximal et la durée sur le tapis n'ont pas vu d'amélioration significative post coronarographie (Tableau 12). La fréquence cardiaque maximale et le pourcentage de la fréquence cardiaque maximale atteinte ont augmenté de façon significative ( $(113.6 \pm 14.6$  vs  $119.3 \pm 17.2$ ;  $p=0.03$  et  $73.9 \pm 10.0$  vs  $76.8 \pm 10.9$ ;  $p<0.01$  avec une taille de l'effet modérée pour ces deux mesures). La pression artérielle systolique au pic de l'effort n'a pas changé de façon significative, alors que la pression artérielle diastolique au pic de l'effort a chuté de façon significative ( $76.2 \pm 9.7$  vs  $69.0 \pm 13.3$  ;  $p<0.01$ ). Enfin, la proportion de patients ayant une épreuve d'effort électriquement positive, cliniquement positive et avec des critères de haut risque a chuté significativement post-coronarographie. Chez les patients avec manifestations ischémiques (douleurs rétrosternale ou dépression du segment ST) post traitement de l'angine, la durée d'effort jusqu'à apparition de la douleur rétrosternale ou jusqu'à la dépression du segment ST n'a pas vu de changement significatif.

Afin de voir si l'indice de vitalité détecte davantage de différences entre les mesures pré- et post-coronarographie, nous avons normalisé les mesures d'angine pour celui-ci, afin d'obtenir des mesures d'angine digitale. (Tableau 12, voir les quatre trois colonnes de droite). Lorsque comparé avec les mesures non ajustées pour l'indice de vitalité, le décompte de nitroglycérine/semaine normalisé avait une plus grande amélioration post-coronarographie que la valeur non normalisée (taille de l'effet modérée [0.48] vs faible pour la valeur non normalisée [0.29]). Le sous-domaine de santé globale du « SF-36 » avait aussi une amélioration significative lorsqu'normalisé pour l'indice de vitalité ( $135.4 \pm 98.4$  pré-coronarographie vs  $162.2 \pm 92.6$  post-coronarographie ;  $p=0.05$  et taille de l'effet 0.27) vs la valeur non normalisée ( $51.7 \pm 23.2$  vs  $57.2 \pm 24.4$ ;  $p=0.10$ . Taille de l'effet=0.23). Par ailleurs, la durée sur le tapis normalisée pour la vitalité, bien que non significative, avait une plus grande taille de l'effet que celle non normalisée (0.34 vs 0.17). En regard au QAS, ni le pointage moyen global ni les sous-domaines n'ont vu davantage d'amélioration post-coronarographie pour les pointages normalisé pour la vitalité par rapport ceux non-ajustés. Au contraire, le sous-domaine de la satisfaction au traitement du QAS a vu une amélioration non significative, lorsqu'normalisé pour l'indice de vitalité ( $198.2 \pm 111.1$  vs  $236.1 \pm 7.6$  ;  $p=0.10$ ; taille de l'effet=0.34) alors



que celui-ci était significative lorsque non normalisée ( $74.2 \pm 18.8$  vs  $84.1 \pm 22.7$  ;  $p=0.02$  ; Taille de l'effet=0.53). Pour ce qui est de « l'ASI », du « GAD-7 » et du nombre de METS total, ceux-ci n'ont pas varié de manière différente entre les pointages normalisés et ceux non normalisés pour la vitalité.

Tableau 12. Évolution de l'indice de vitalité

Visite 1					Visite 2		Valeur P		Taille de l'effet								
Indice de vitalité, médiane (IIQ)					2.3 (1.4)		2.7 (1.1)		0.05		0.31						
Mesures d'angine conventionnelle							Mesures d'angine digitale										
Mesure non normalisée pour l'indice de vitalité							Mesure normalisée pour l'indice de vitalité*										
		Visite 1		Visite 2				Visite 1		Visite 2							
		Pré-coronarographie		Post-coronarographie		Taille de l'effet		Valeur P		Pré-coronarographie		Post-coronarographie		Taille de l'effet		Valeur P	
		Moyenne ± ET		Moyenne ± ET						Moyenne ± ET		Moyenne ± ET					
Classe SCC		2.5±0.7		0.9±1.1		2.30		< 0.01		1.1±0.5		0.3±0.4		1.70		<0.01	
Décompte d'épisodes d'angine /semaine		10.3±12.9		5.0±10.2		0.41		< 0.01		4.9±6.0		1.7±3.1		0.53		<0.01	
Décompte de nitroglycérine/semaine		5.5±9.7		2.7±6.3		0.29		0.03		2.5±3.44		0.8±1.6		0.48		<0.01	
« Short Form-36 » (SF-36)																	
Composante de pointage physique (SF36-PCS)		39.3±7.8		42.2±9.4		0.37		0.11		102.7±51.1		119.2±46.8		0.33		0.20	
Composante de pointage mental (SF36-MCS)		50.6±10.0		48.5±10.8		0.19		0.20		131.5±59.4		139.9±54.7		0.14		0.50	
Fonction physique (SF36-PF)		62.6±21.7		71.1±23.8		0.39		0.05		162.5±97.4		192.8±84.7		0.31		0.16	

Limitations due à la santé physique (SF36-RP)	56.5±24.0	58.3±22.3	0.08	0.65	151.8±102.5	165.4±86.3	0.13	0.62
Limitations dues à la douleur (SF36-BP)	55.0±17.3	57.3±24.5	0.09	0.64	136.7±64.0	164.4±98.2	0.43	0.25
Limitations dues aux problèmes émotionnels (SF36-RE)	75.6±23.0	74.4±25.4	0.05	0.71	191.0±94.0	211.1±101.0	0.21	0.40
<b>Santé Globale (SF36-GH)</b>	<b>51.7±23.2</b>	<b>57.2±24.4</b>	<b>0.23</b>	<b>0.10</b>	<b>135.4±98.4</b>	<b>162.2±92.6</b>	<b>0.27</b>	<b>0.05</b>
Énergie/Vitalité (SF36-VT)	55.8±19.7	54.2±18.2	0.08	0.55	163.9±97.7	157.6±80.7	0.06	0.85
Fonctionnement social (SF36-SF)	78.8±23.3	74.1±27.2	0.20	0.26	208.1±114.8	201.9±89.8	0.05	0.78
Santé mentale (SF36-MH)	74.5±17.5	74.1±17.7	0.02	0.84	192.5±87.7	215.6±87.8	0.26	0.20
<b>Questionnaire d'angine de Seattle (QAS)</b>								
Limitation physique (QAS-LP)	63.4±19.4	73.9±23.2	0.54	0.02	163.3±105.6	216.8±85.3	0.51	0.04
Stabilité de l'angine (QAS-SA)	45.8±23.7	66.4±27.0	0.87	< 0.01	121.6±93.8	203.6±112.8	0.87	< 0.01
Fréquence de l'angine (QAS-FA)	56.7±27.3	80.7±25.3	0.88	< 0.01	143.6±98.4	221.2±94.8	0.79	< 0.01
<b>Satisfaction du traitement (QAS-ST)</b>	<b>74.2±18.8</b>	<b>84.1±22.7</b>	<b>0.53</b>	<b>0.02</b>	<b>198.2±111.1</b>	<b>236.1±7.6</b>	<b>0.34</b>	<b>0.10</b>
Perception de la maladie (QAS-PM)	53.6±28.8	62.2±22.2	0.30	0.10	149.8±115.1	177.6±83.4	0.24	0.29
Moyenne des pointages des 5 sous-domaines du	58.3±15.7	73.6±15.9	0.98	< 0.01	156.2±90.3	209.6±70.9	0.59	0.02

QAS								
Indice de sensibilité de l'anxiété (ASI)								
Pointage Total	17.9±15.0	16.8±13.2	0.07	0.51	8.31±9.00	6.50±5.16	0.20	0.19
Composante de pointage physique (ASI-PCF)	9.7±8.4	9.8±6.6	0.01	0.52	4.17±4.94	3.66±2.62	0.10	0.48
Composante de pointage social (ASI-SCF)	5.6±4.2	5.7±3.8	0.02	0.94	2.58±2.35	2.33±1.62	0.11	0.54
Fonction cognitive globale (ASI-CGF)	2.6±3.5	2.1±3.7	0.14	0.29	1.24±2.08	0.85±1.39	0.19	1.60
« General Anxiety Questionnaire »								
Pointage Total	4.6±5.7	4.1±3.8	0.09	0.15	2.22±3.11	1.72±1.53	0.17	0.40
Tapis roulant								
Double produit atteint	18750±5200	18497±5151	0.41	0.05	-	-	-	-
Durée sur le tapis, s	421.4±126.8	443.3±115.9	0.17	0.40	1058.4±577.2	1253.8±477.4	0.34	0.08
Borg maximal	16.5±2.0	17.0±2.0	0.25	0.24	-	-	-	-
METS maximal	6.3±1.6	6.6±1.6	0.19	0.08	16.1±8.8	18.5±6.2	0.27	0.09
Pression systolique maximale, mm Hg	162.1 ±28.0	160.7±27.8	0.1	0.96	-	-	-	-
Pression diastolique maximale, mm Hg	76.2±9.7	69.0±13.3	0.74	< 0.01	-	-	-	-
Fréquence cardiaque maximale, bpm	113.6±14.6	119.3±17.2	0.39	< 0.03	-	-	-	-

Pourcentage de la fréquence maximale atteinte	73.9±10.0	76.8±10.9	0.29	< 0.01	-	-	-	-
Temps jusqu'à apparition de la douleur rétrosternale, s	297.9±160.5	272.1±109.7		0.64	-	-	-	-
Fréquence cardiaque lors de l'apparition de la douleur, bpm	99.3±14.9	97.1±15.8		0.70	-	-	-	-
Temps jusqu'à la dépression du segment ST de ≥1 mm, s	331.1±106.9	224.3±176.8		0.18	-	-	-	-
Fréquence cardiaque lors de l'apparition du segment ST, bpm	106.7±14.1	96.3±34.1		0.39	-	-	-	-
Cliniquement positive, n (%)	22 (73.3)	10 (33.3)	-	< 0.01	-	-	-	-
Électriquement positive, n (%)	13 (43.3)	3 (10.0)	-	< 0.01	-	-	-	-
Critères de haut risque, n (%)	8 (26.7)	1 (3.3)	-	< 0.01	-	-	-	-

**Abréviations :** IIQ : Intervalle interquartile ; ET : Écart-type; s : secondes; bpm : battement par minute; SCC : Société Canadienne de Cardiologie; SF36 : « Short-Form 36 »; QAS : Questionnaire d'angine de Seattle ; ASI : « Anxiety Sensitivity Index »; GAD : « General Anxiety Disorder »; SF36-PCS : Pourcentage du pointage physique global du SF-36; SF36-MCS : Pourcentage pointage mental global du SF-36; SF36-PF : Pourcentage du pointage du sous-domaine de la fonction physique du SF-36; SF36-VT : Pourcentage du pointage du sous-domaine de vitalité du SF-36; SF36-RP: Pourcentage du pointage du sous-domaine de limitations dues à la santé physique du SF-36; SF36-BP: Pourcentage du pointage du sous-domaine de limitations due à la douleur du SF-36; GH: Pourcentage du pointage du sous-domaine de santé globale du SF-36; SF36-SF: Pourcentage du pointage du sous-domaine de fonctionnement social du SF-36; SF36-RE: Pourcentage du pointage du sous-domaine limitation due aux problèmes émotionnels du SF-36; MH; pourcentage du pointage du sous-domaine de santé mentale du SF-36; QAS-LP : Limitation physique du QAS; QAS-SA : Sévérité de l'angine du QAS; QAS-FA : Fréquence de l'angine du QAS; QAS-ST : Satisfaction du traitement du QAS; QAS-PM : Perception de la maladie du QAS; ASI-PCF : Composante physique de l'anxiété du ASI; ASI-SCF : Fonctionnement social de l'anxiété du ASI; ASI-CGF : Composante cognitive de l'anxiété du ASI.

Nous avons ensuite séparé notre cohorte pour sélectionner les patients identifiés comme non-répondant à leur traitement de l'angine (voir Tableau 4 pour définitions). Au total, 20 (66.7%) patients avaient au moins 1 critère de non-réponse au traitement de l'angine et 10 (33.3%) d'entre eux avaient 3 critères ou plus. L'indice de vitalité n'a pas vu de changement significatif dans le groupe de patients avec 3 critères ou moins de non-réponse au traitement de l'angine et il s'est amélioré de façon significative chez les patients avec 4 critères de non-réponse (1.6 [0.7] pré- vs 3.1 [0.8] post-traitement ;  $p < 0.01$ ). Chez nos 20 patients avec un critère de non-réponse, nous avons comparé les différentes mesures pour évaluer l'angine pré- et post-traitement de l'angine, non ajustées et ajustées pour l'indice de vitalité, afin de voir si les mesures ajustées, formant l'angine digitale, permettaient de détecter un changement significatif post coronarographie (Tableau 13). La classe SCC, le décompte hebdomadaire de l'angine, le décompte hebdomadaire de nitroglycérine, le pointage de QAS global, le sous-domaine de la fréquence de l'angine du QAS, le sous-domaine de la satisfaction du traitement de l'angine du QAS et la durée de l'effort sur le tapis ont tous varié de façon significative, avec une plus grande taille de l'effet, pour les mesures ajustées pour la vitalité (angine digitale) que pour les mesures non ajustées (Tableau 14). Par ailleurs, ces mêmes mesures conventionnelles, non ajustées pour la vitalité, ont initialement classifié le patient comme non-répondant (Tableau 14).

*Tableau 13. Évolution de l'indice de vitalité chez les non-répondants au traitement de l'angine*

Mesures	N (%)	Visite 1	Visite 2	Valeur P	Taille de l'effet
Indice de vitalité, médian chez les patients ayant un critère de « non-répondants » (IIQ)	4 (13.3)	2.4 (0.8)	2.3 (0.5)	0.33	0.11
Indice de vitalité, médian chez les patients ayant 2 critères de « non-répondants » (IIQ)	6 (20.0)	2.9 (1.7)	2.7 (1.2)	0.32	0.23
Indice de vitalité, médian chez les patients ayant 3 critères de « non-répondants » (IIQ)	5 (16.7)	2.1 (2.0)	2.7 (0.4)	0.46	0.02
Indice de vitalité, médian chez les patients ayant 4 critères ou plus de « non-répondants » (IIQ)	5 (16.7)	1.6 (0.7)	3.1 (0.8)	<0.01	3.4

Abréviations : IIQ : Intervalle interquartile.

*Tableau 14. Évolution des mesures d'angine et taille de l'effet post traitement, ajustées et non ajustées pour l'indice de vitalité, chez les non-répondants au traitement de l'angine*

Statut de non-répondant défini par :	Mesures d'angine conventionnelle					Mesures d'angine digitale			
	N (%)	Mesure non normalisée pour l'indice de vitalité				Mesure normalisée pour l'indice de vitalité*			
		Visite 0	Visite 2	Valeur P	Taille de l'effet	Visite 0	Visite 2	Valeur P	Taille de l'effet
		Baseline Médiane (IIQ)	Post-coro Médiane (IIQ)			Baseline Médiane (IIQ)	Post-coro Médiane (IIQ)		
Classe SCC	6 (20.0)	2.0 (0)	2.5 (1.0)	0.14	0.80	1.3 (0.4)	0.9 (0.2)	0.01	1.23
Décompte hebdomadaire d'angine	3 (10.0)	5.0 (14.5)	21.0 (17.0)	0.19	0.37	1.8 (9.4)	6.3 (5.6)	< 0.01	0.47
Décompte hebdomadaire de nitroglycérine	3 (10.0)	0 (2.0)	6.2 (3.5)	0.09	2.2	0 (1.6)	2.5 (1.0)	<0.01	0.61
SF36-PF	8 (26.7)	70.0 (14.9)	65.0 (46.3)	0.22	0.54	167.0	170.2 (	0.37	0.15
QAS global	7.0 (23.3)	53.0 (23.9)	60.25 (16.1)	0.37	0.02	92.1 (66.8)	172.9 (42.5)	< 0.01	0.32
QAS-LP, médiane (IIQ)	14 (46.7)	63.9 (31.6)	65.3 (18.7)	0.49	0.17	174.0 (101.5)	173.7 (92.6)	0.23	0.03
QAS-FA, médiane (IIQ)	10 (33.3)	0.0 (35.0)	60.0 (30.0)	0.47	0.04	124.2 (95.4)	177.6 (100.0)	< 0.01	0.43
QAS-SA, médiane (IIQ)	7 (23.3)	50 (18.8)	50.0 (0)	0.06	0.75	115.2 (67.6)	104.3 (50.9)	0.11	0.38
QAS-PM, médiane (IIQ)	15 (50.0)	75.0 (16.6)	66.7 (33.3)	0.04	0.75	153.0 (168.7)	156.0 (76.0)	0.37	0.28
QAS-ST, médiane (IIQ)	14 (46.7)	81.3 (34.4)	75.0 (34.4)	0.34	0.18	102.4 (95.4)	193.5 (82.6)	< 0.01	0.21



Durée d'effort sur le tapis	8 (26.7)	431 (129.5)	311 (99.5)	0.06	0.73	767.0 (685.6)	952.37 (223.0)	0.02	0.03
-----------------------------	-------------	----------------	---------------	------	------	------------------	-------------------	------	------

**Abréviations :** IIQ : Intervalle interquartile. SCC : Société Canadienne de Cardiologie; SF36 : « Short-Form 36 »; QAS : Questionnaire d'angine de Seattle; SF36-PF : Pourcentage du sous-domaine de la fonction physique du SF-36; QAS-LP : Limitation physique du QAS; QAS-SA : Sévérité de l'angine du QAS; QAS-FA : Fréquence de l'angine du QAS; QAS-ST : Satisfaction du traitement du QAS; QAS-PM : Perception de la maladie du QAS.

\*Pour ajuster la classe SCC et le décompte hebdomadaire d'angine, nous avons fait un ratio entre celles-ci et l'indice de vitalité; pour le QAS, le domaine de limitation physique du SF-36 et la durée sur l'épreuve d'effort, nous avons multiplié ces variables par l'indice de vitalité.

**En gras :** Mesures qui ont varié de façon significative lorsqu'normalisé pour la vitalité, que lorsque non normalisé pour la vitalité.

## Surveillance à distance du programme de réadaptation cardiovasculaire

Les 30 patients ont complété l'entraînement à notre centre de réadaptation cardiaque de 50 minutes (10 minutes d'étirements et réchauffement, 30 minutes d'exercice physique et 10 minutes d'étirements et de repos). Lors de la visite à notre centre de réadaptation cardiaque, 6 patients ont fait de l'exercice par vélo, 14 patients ont fait du jogging sur piste, 8 patients ont fait de la marche rapide, 1 patient a couru sur l'épreuve d'effort et 1 patient a fait de l'elliptique. La fréquence cardiaque maximale moyenne atteinte était de  $109 \pm 39$  BPM. Sept patients ont eu des épisodes d'angine pendant l'entraînement, deux ont dû prendre de la nitroglycérine à courte durée d'action et aucun n'a dû arrêter l'exercice physique en raison de son angine.

Six semaines après une intervention coronarienne percutanée et 8 semaines après des PAC, 28 patients (93.3%) ont complété les 6 sessions d'exercice à la maison avec la veste et 2 patients ont complété 5 sessions sur 6. Aucun patient n'a rapporté d'effets secondaires durant l'entraînement physique à domicile, ni d'angine (Tableau 15). Lorsqu'on compare les questionnaires de qualité de vie entre la fin de l'étude et la visite post-coronarographie (visite 2), aucun des domaines n'a varié de façon significative (Tableau 10).

*Tableau 15. Résultats du programme de réadaptation cardiaque à domicile*

	N=30
	n (%)
<b>Programme de réadaptation cardiaque à notre centre de réadaptation cardiaque</b>	
Participants ayant complété la visite au Centre EPIC	30 (100)
Fréquence cardiaque maximale atteinte, moyenne, ET	109 ± 39
A eu de l'angine pendant l'exercice physique	7 (23.3)
A dû prendre de la nitroglycérine à courte durée d'action pour soulager l'angine	2 (6.7)
A dû arrêter l'exercice physique pour de l'angine	0 (0)
<b>Type d'activité physique</b>	
Jogging sur piste	14 (46.7)
Marche rapide	8 (26.7)
Vélo	6 (20.0)
Tapis roulant	1 (3.3)
Elliptique	1 (3.3)
<b>Programme de réadaptation cardiaque à domicile</b>	
Participants ayant complétés au moins 6 sessions d'exercice à la maison	28 (93.3)
Nombre médian de sessions d'entraînement à la maison complétées,	6 (0)

médiane (IIQ)

Réassurés par le Hexoskin durant l'activité physique

Pas du tout	5 (18.5)
Légèrement	6 (22.2)
Beaucoup	9 (33.3)
Énormément	7 (25.9)

#### Évolution des pointages des questionnaires après les sessions de réadaptation cardiaque

« Short Form-36 » (SF-36)	Visite 2 Moyenne ± ET	Visite 4 Moyenne ± ET	Valeur P
Composante de pointage physique (SF36-PCS)	42.2±9.4	44.8±12.1	0.15
Composante de pointage mental (SF36-MCS)	48.5±10.8	50.8±13.2	0.43
Fonction physique (SF36-PF)	71.1±23.8	74.4±20.0	0.92
Limitations due à la santé physique (SF36-RP)	58.3±22.3	69.6±40.6	0.08
Limitations dues à la douleur (SF36-BP)	57.3±24.5	63.5±31.5	0.42
Limitations dues aux problèmes émotionnels (SF36-RE)	74.4±25.4	77.9±41.7	0.80
Santé Globale (SF36-GH)	57.2±24.4	59.5±37.5	0.73
Énergie/Vitalité (SF36-VT)	54.2±18.2	59.6±21.9	0.37
Fonctionnement social (SF36-SF)	74.1±27.2	84.1±31.3	0.09
Santé mentale (SF36-MH)	74.1±17.7	77.5±25.0	0.51

### Questionnaire d'angine de Seattle (QAS)

Limitation physique (QAS-LP)	73.9±23.2	81.0±30.6	0.24
Stabilité de l'angine (QAS-SA)	66.4±27.0	67.3±50.0	0.71
Fréquence de l'angine (QAS-FA)	80.7±25.3	83.9±20.0	0.46
<b>Satisfaction du traitement (QAS-ST)</b>	84.1±22.7	80.8±25.0	0.22
Perception de la maladie (QAS-PM)	62.2±22.2	71.0±25.0	0.17
Moyenne des pointages des 5 sous-domaines du QAS	73.7±16.3	76.0±12.7	0.32

### Indice de sensibilité de l'anxiété (ASI)

Pointage Total	16.8±13.2	15.5±17.8	0.59
Composante de pointage physique (ASI-PCF)	9.8±6.6	9.5±11.0	0.60
Composante de pointage social (ASI-SCF)	5.7±3.8	5.3±4.5	0.90
Fonction cognitive globale (ASI-CGF)	2.1±3.7	2.0±3.0	0.15

### « General Anxiety Questionnaire »

Pointage Total	4.1±3.8	3.2±6.3	0.54
----------------	---------	---------	------

**Abréviations** : ET : Écart-type ; « Short-Form 36 » ; QAS : Questionnaire d'angine de Seattle ; ASI : « Anxiety Sensitivity Index » ; GAD : « General Anxiety Disorder » ; SF36-PCS : Pourcentage du pointage physique global du SF-36 ; SF36-MCS : Pourcentage pointage mental global du SF-36 ; SF36-PF : Pourcentage du pointage du sous-domaine de la fonction physique du SF-36 ; SF36-VT : Pourcentage du pointage du sous-domaine de vitalité du ; SF36-RP : Pourcentage du pointage du sous-domaine de limitations dues à la santé physique du SF-36 ; SF36-BP : Pourcentage du pointage du sous-domaine de limitations due à la douleur du SF-36 ; GH : Pourcentage du pointage du sous-domaine de santé globale du SF-36 ; SF36-SF : Pourcentage du pointage du sous-domaine de fonctionnement social du SF-36 ; SF36-RE : Pourcentage du pointage du sous-domaine limitation due aux problèmes émotionnels du SF-36 ; MH : pourcentage du pointage du sous-domaine de santé mentale du SF-36 ; QAS-LP : Limitation physique du QAS ; QAS-SA : Sévérité de l'angine du QAS ; QAS-FA : Fréquence de l'angine du QAS ; QAS-ST : Satisfaction du traitement du QAS ; QAS-PM : Perception de la maladie du QAS ; ASI-PCF : Composante physique de l'anxiété du ASI ; ASI-SCF : Fonctionnement social de l'anxiété du ASI ; ASI-CGF : Composante cognitive de l'anxiété du ASI

## **Observance de la veste et niveau de confort**

Dans le questionnaire de confort, la majorité des participants ont rapporté une veste bien ajustée (n=27; 90.0%) alors que 3 participants (10.0%) ont trouvé la veste trop serrée. En ce qui a trait à la bande thoracique, 2 patients ont trouvé celle-ci trop serrée (6.7%) alors que 1 patient (3.3%) l'a trouvée trop grande et 27 participants (90.0%) l'ont trouvée bien normalisée. Des résultats semblables ont été observés pour la bande abdominale (3.3% trop serrée; 6.7% trop grande et 90.0% bien normalisée). Le tissu était très confortable (pointage médian : 10/10 [0]) et aucun participant n'a rapporté être irrité par les coutures du vêtement. Cependant, 4 participants (6.7%) ont rapporté ressentir les composantes électroniques. La veste devait être serrée afin d'améliorer le contact entre l'électrode sèche et la peau, cependant, 3 participants ont rapporté avoir des marques non permanentes sur la peau dues à l'usage du Hexoskin (une sous l'ouverture des bras, une sous les coutures de la bande thoracique et une sous les coutures de la bande abdominale). Sept participants (23.3%) ont rapporté avoir eu des problèmes avec le Hexoskin, les problèmes les plus fréquents étant : la difficulté de mettre ou retirer la veste (n=3), un inconfort relié aux fils ou aux composantes électroniques (n=2), une difficulté à dormir sur le côté droit due à la pile du Hexoskin (n=1) et le fait que les patients transpiraient davantage (n=1).

## **Discussion**

Dans notre étude, nous avons recruté 30 patients souffrant d'angine, référés pour une coronarographie dans une perspective de revascularisation et ayant porté le Hexoskin pendant une période de 48 heures, pré- et post coronarographie, nous avons démontré que l'Hexoskin était valide pour la mesure de la fréquence cardiaque. Par ailleurs, l'indice de vitalité n'a pas vu de variation significative dans la période pré-coronarographie (visite 0 & 1), puis a augmenté de façon significative post-coronarographie (visite 2), surtout dans le groupe avec intervention coronarienne percutanée. En l'absence de modification de médicaments à effet inotrope et chronotrope négatif, cette variation de la vitalité suggère que les patients sont adaptés à un seuil ischémique pré-angiographie puis, se sachant revascularisés, ont repoussé à un seuil

plus élevé leur tolérance à l'ischémie. Cela s'est traduit par une plus grande différence observée dans les mesures d'angine ajustées pour la fréquence cardiaque et l'activité physique obtenues numériquement, formant « l'angine numérique ». Comparé aux mesures d'angine conventionnelles, la taille de l'effet était supérieure pour l'angine numérique et celle-ci était marquée davantage chez les non-répondants à la coronarographie. Finalement, tous les patients ont porté la veste Hexoskin à domicile durant la réadaptation cardiaque, et ont pu en grande majorité, compléter les 6 sessions de réadaptation cardiaque à domicile sans aucun incident, confirmant la faisabilité de la réadaptation cardiaque à domicile avec surveillance Hexoskin.

### **L'Hexoskin est valide, offre de nouvelles possibilités, mais est teinté d'artefacts**

Nous avons observé un plus haut taux d'artefacts que ce qui est attendu pour l'Hexoskin<sup>74</sup>. Cependant dans le signal libre d'artefact, la corrélation de la fréquence cardiaque avec le Holter et avec l'épreuve d'effort était très forte et le taux de détection d'arythmies était de 80% par rapport au Holter. Nous sommes la première étude à valider une veste biométrique munie d'électrodes « sèches » intégrées dans une veste pour dériver un électrocardiogramme, chez les patients souffrant d'angine. Nous avons démontré une forte corrélation intraclasse entre les mesures de fréquence cardiaque obtenues par l'ECG de l'Hexoskin et l'Holter ou par l'épreuve d'effort. L'Hexoskin utilise des électrodes sèches qui forment un « V5 » modifié comparé à l'ECG conventionnel et qui permet la capture d'un signal en continu sans nécessiter de « collants » sur la peau du patient. Une composante cruciale à considérer lorsqu'on utilise des biocapteurs intégrés dans une veste est la qualité du signal qui peut être affectée par des artefacts de mouvement. La cause principale d'artefacts de mouvements est un changement de l'interaction entre les électrodes intégrées dans les tissus de la veste et la peau du patient, durant des mouvements particuliers<sup>79,80</sup>. La structure de la veste, sa taille, le niveau d'adhérence et la position des électrodes peuvent tous contribuer aux artefacts de mouvements et à la qualité du signal<sup>79,80</sup>. Les tailles vestes utilisées dans notre étude ont été ajustées pour s'assurer du meilleur confort et signal possible, en se basant sur la relation entre le tour de taille, le tour du thorax et la taille de la veste, tel que décrit par le fabricant. De plus, nous avons utilisé des bandes élastiques abdominales afin d'atténuer le déplacement des électrodes et réduire la taille des artefacts de mouvement. La majorité de nos patients ont trouvé la veste « serrée ». Malgré cela, la taille de la veste fût un prédicteur

indépendant du taux d'artéfacts lorsqu'ajusté pour l'indice de masse corporelle, avec une augmentation pour chaque taille de veste de 6% d'artéfacts. De plus, nous avons observé un taux d'artéfacts (49%) plus élevé pour nos enregistrements de 48 heures, que celui de la majorité des enregistrements Hexoskin fait durant l'effort ou durant des courtes périodes de temps, chez des athlètes et d'autres utilisateurs typiques de cette technologie, où le taux d'artéfacts décrit est autour de 3%. À des fins de comparaison, le taux d'artéfact était négligeable durant l'épreuve d'effort, possiblement à cause d'une meilleure adhérence de l'électrode sèche à la peau dans un contexte d'effort et d'une plus courte durée d'enregistrement, sous supervision médicale. Par ailleurs, Searle et al. ont démontré davantage d'artéfacts de mouvements avec les électrodes sèches par rapport aux électrodes conventionnelles<sup>81</sup>. Les autres ont observé une diminution de la proportion d'artéfacts avait le temps d'utilisation de l'Hexoskin<sup>81</sup>. Similairement, le taux d'artéfacts observé dans les dernières 40 heures d'enregistrement était le plus faible durant l'étude et cela suggère une adaptation entre la veste et le patient, menant potentiellement à meilleur signal.

Additionnellement l'Holter aurait pu participer à la genèse d'artéfacts. Cependant, nous n'avons pas observé d'interférence entre le taux d'artéfacts et l'utilisation de l'Holter, qui était placé sous le vêtement et qui aurait pu nuire à l'adhésion de l'électrode à la peau. En effet, la différence du taux d'artéfacts entre la visite 0, sans Holter, et la visite 1 ou 2, avec Holter était similaire suggérant une absence d'interaction de l'Holter sur la qualité du signal de l'Hexoskin. Nous avons observé une variation circadienne dans le taux d'artéfact où celui-ci était deux fois plus élevé pendant le jour que pendant la nuit où le patient est immobile et dort, suggérant que la plus grande contribution aux artéfacts est secondaire au mouvement du patient. En outre, nous avons capturé moins d'heures d'enregistrement chez certains patients, à cause de la durée de vie limitée de la pile. Une nouvelle version de la veste, qui n'était pas disponible pendant l'étude, utilise maintenant la technologie de « faible énergie Bluetooth » qui permet jusqu'à 30 heures d'enregistrement continu et qui devrait pallier ce problème.

Ensuite, il est important de considérer que dans les zones libres d'artéfacts, l'Hexoskin avait un taux de détection entre 70% et 90% d'arythmies par rapport à l'Holter. L'Hexoskin « Proshirt » est un autre produit qui vient d'être commercialisé. Cette technologie se base sur l'Hexoskin, mais cette veste contient des

multiples électrodes intégrées dans le tissu, générant 3 dérivations d'électrocardiogramme <sup>82</sup>. Cela permet une redondance dans le signal électrique, surtout dans les périodes de temps avec beaucoup d'artéfacts. Par ailleurs, cette veste peut aussi surveiller la pression artérielle, les niveaux d'oxygène cérébrale et la température corporelle, mais ses mesures doivent être validées en contexte médical. Un Hexoskin avec des multiples dérivations devrait améliorer la fonctionnalité de détection d'arythmies et devrait permettre un suivi longitudinal de l'actigraphie cardiaque du patient, de sa fréquence cardiaque et de l'incidence d'arythmies.

## **Difficultés dans le diagnostic de la maladie coronarienne**

Chez nos participants, malgré le fait que tous avaient une épreuve d'effort positive et/ou un test en médecine nucléaire démontrant une ischémie sévère et étendue touchant au moins un territoire coronarien, 26 patients (86.7%) d'entre eux ont bénéficié d'une revascularisation coronarienne. Trois patients (10.0%) avaient une maladie coronarienne trop avancée pour bénéficier d'un traitement invasif. Un patient avait une maladie peu sévère, n'ayant aucune lésion pouvant être revascularisée (3.3%). Cela est comparable aux valeurs obtenues dans la littérature, en ce qui a trait à l'utilité de la coronarographie pour l'évaluation de l'angine<sup>83</sup>. L'angine est la manifestation la plus fréquente d'une maladie coronarienne non obstructive où jusqu'à 15% des patients ont des lésions coronariennes non significatives (dans notre cas nous avons eu 1 patient)<sup>84</sup>. À l'opposé, l'angine réfractaire est jugée non-revascularisable dans 10 à 26% (dans notre cas nous avons eu 3 patients; 10%) des cas à cause d'une maladie coronarienne trop étendue <sup>83</sup>.

Un autre problème est le faible taux de succès de la revascularisation coronarienne pour éliminer l'angine chez les patients avec maladie coronarienne athérosclérotique, où 30% de patients revascularisés continuent à souffrir d'angine. Cette trouvaille est indépendante de la stratégie de revascularisation (PAC ou ICP)<sup>85</sup>. Dans notre étude, 14 patients (46.7%) revascularisés continuaient à souffrir d'angine. Malgré la persistance de l'angine, nos trouvailles en lien avec la qualité de vie sont consistantes avec la littérature où nous avons démontré une amélioration significative de la qualité de vie après et une réduction de l'angine après une revascularisation coronarienne, par rapport aux valeurs pré-coronarographie, tel que mesuré par



les sous-échelles du QAS et par le domaine de limitation physique du SF-36 trouvailles corroborées par la littérature <sup>21,86</sup>.

Finalement, les médecins sous-estiment l'étendue de maladie coronarienne chez les patients angineux, ce qui retarde encore plus le traitement de la maladie et limite le traitement approprié<sup>87</sup>. Cela est d'ailleurs amplifié par l'adaptation au seuil ischémique ce qui minimise les variations de la sévérité de l'angine. Dans notre cohorte, la majorité des patients angineux référés en coronarographie avaient une maladie de 3 vaisseaux avec des sténoses significatives. Cela renforce davantage le besoin à trouver une meilleure façon d'évaluer les patients angineux et prédire leur réponse au traitement afin de proposer une intervention appropriée dans le plus court délai, en tenant compte du *biais d'adaptation au seuil ischémique*.

### **L'indice de vitalité et des nouvelles mesures « d'angine digitale »**

Le biais d'adaptation au seuil ischémique se présente chez les patients souffrant d'angine stable, où ils ont tendance à diminuer leur niveau d'activité physique afin de limiter leurs symptômes d'angine, retardant le traitement chez ces patients et permettant la maladie de progresser de manière silencieuse <sup>8</sup>. Les évaluations de la limitation fonctionnelle font partie de la routine de la prise en charge clinique et ont été démontrées comme étant les déterminants les plus forts de la morbidité et la mortalité chez les patients avec MCAS<sup>88</sup> et ceux avec angine stable<sup>88,89</sup>. Malgré cela, les outils conventionnels pour évaluer l'angine chronique, telle la classe SCC, le décompte hebdomadaire d'angine ou de nitroglycérine et les questionnaires de qualité de vie (SF-36 ou QAS) ne tiennent pas compte du niveau d'activité physique du patient, tel que mesuré de façon objective, ni de l'étendue de la maladie coronarienne du patient <sup>8</sup>. *Goldman et al* ont démontré qu'un domaine basé sur les équivalents de METS, un substitut de l'actigraphie cardiaque, pour mesurer la classe fonctionnelle des patients défaillants cardiaques corrélait plus fortement avec la perception du patient de sa maladie que la classe NYHA, qui est le standard d'évaluation dans cette pathologie<sup>4</sup>. Cela a un impact bidimensionnel : d'abord, en diminuant son niveau d'activité physique, cela réduit le degré apparent de compromis cardiovasculaire. Ainsi, le patient peut rapporter une fausse amélioration de sa maladie alors que la maladie sous-jacente progresse. En recherche, cela se traduit par une fausse

amélioration de la classe SCC <sup>8</sup>. Par ailleurs, les patients ayant une revascularisation coronarienne ou un traitement de leur angine peuvent augmenter leur niveau d'activité physique post-traitement et repousser leur seuil ischémique au-delà de celui-ci prétraitement. Cela se traduit par une augmentation de la sévérité des symptômes et par une fausse impression que le traitement est inefficace <sup>8</sup>.

Grâce à l'Hexoskin, nous avons dérivé un indice de vitalité qui avait une évolution circadienne, qui était valide, tel que démontré par les corrélations faibles à élevées avec l'âge, les questionnaires (QAS, SF-36, ASI et GAD) et les mesures obtenues lors du tapis roulant et qui a répondu à la coronarographie. Les patients dans notre étude ont augmenté de façon significative leur vitalité post traitement de leur angine. Similairement, dans la littérature, les patients ayant eu une revascularisation de leur maladie coronarienne ont tendance à augmenter leur capacité fonctionnelle<sup>90</sup>. Cependant, cette mesure de limitation physique reliée à une maladie chronique est traditionnellement difficile à obtenir et implique des tests cliniques, tels le tapis roulant ou l'utilisation de questionnaires de recherche standardisés, tels le SF-36 ou le QAS. Notre indice de vitalité a corrélé de façon modérée à élevé avec ces pointages utilisés traditionnellement en recherche. Par ailleurs, en ajustant pour l'indice de vitalité les différentes mesures utilisées dans l'évaluation de l'angine, nous obtenons une mesure d'angine digitale. Ainsi, nous avons détecté une plus grande amélioration post traitement de l'angine en ce qui a trait au décompte hebdomadaire de nitroglycérine, le sous-domaine de santé globale du « SF-36 » et la durée sur l'épreuve d'effort. Ces mesures devraient normalement être influencées positivement par une revascularisation coronarienne chez les patients angineux, mais comme nous l'avons démontré, à moins d'un grand nombre de patients, ces mesures varient peu post-coronarographies. Les mesures d'angine digitale ont varié de manière plus significative dans le sous-groupe de patients classés comme non-répondants. Dans notre cohorte, entre 10% et 50 % de nos patients ont été catégorisés comme non-répondants à la stratégie de traitement de l'angine, selon la mesure utilisée. Par exemple, 20 (66.6%) patients au total ont eu 1 moins un critère de non-réponse au traitement de l'angine : 9 patients (30.0%) selon la durée du tapis roulant, 7 patients (23.3%) ont été jugés non-répondants selon le pointage au QAS global, 14 patients (46.7%) selon le sous-domaine de fréquence de l'angine du QAS, 3 patients (10.0%) selon le décompte hebdomadaire d'angine, 3 patients (10.0%) selon le

décompte hebdomadaire de nitroglycérine et 6 patients (20%) selon la classe SCC. Dans le sous-groupe initialement jugé comme non-répondant, les mesures suivantes d'angine digitale ajustées pour la vitalité se sont améliorées de façon significative: la classe SCC, décompte hebdomadaire d'angine, le décompte hebdomadaire de nitroglycérine, le QAS (et le QAS-FA & QAS-ST) ainsi que la durée d'effort moyenne pendant l'épreuve d'effort. Il est connu que les sous-domaines du QAS ou la classe SCC ont une faible variabilité post-traitement et ainsi il est difficile d'observer le changement post intervention coronarienne. En voyant cela, le médecin traitant pourrait juger que le traitement de l'angine est inefficace<sup>8</sup>. Cependant, dans notre cohorte, chez tous ces patients, l'ajustement de ces mesures pour la vitalité a relevé une amélioration significative post-coronarographie. Ainsi, les patients, en augmentant leur vitalité, peuvent biaiser les mesures conventionnelles se traduisant par aucune amélioration post intervention, alors que plutôt, le patient repousse plus loin son seuil ischémique et présente une amélioration non-mesurée. Ces pointages sont hautement influencés par la perception subjective du patient face à sa maladie et teintées par l'adaptation au seuil ischémique de celui-ci. En ajustant ces mesures pour l'indice de vitalité, nous pouvons limiter l'effet de la perception subjective du patient et du biais d'adaptation au seuil ischémique et avoir une meilleure évaluation de la réponse au traitement de l'angine. D'autres types d'angine, telle l'angine microvasculaire ou l'angine vasospastique sont traditionnellement difficile à traiter et souffrent des mêmes biais que l'angine secondaire à la MCAS<sup>8</sup>. L'Indice de vitalité serait un outil intéressant d'évaluation de ces maladies lors d'études futures. Irrémédiablement, l'utilisation d'appareils mobiles pour surveiller les maladies chroniques va s'intégrer dans la pratique de tous les jours comme méthode valide. Ces techniques vont permettre aux patients d'avoir des données granulaires et longitudinales sur leur maladie et de voir toute détérioration ou amélioration avec davantage de précision et moins de délai<sup>70</sup>. Ces technologies permettent aussi au médecin d'avoir des données plus détaillées sur l'évolution d'une maladie chronique. Notre indice de vitalité fut obtenu grâce à ce genre de technologie. Par ailleurs, notre indice vitalité est composé de deux mesures qui sont facilement accessibles dans d'autres dispositifs de « m-Santé » comme des téléphones intelligents et dispositifs de surveillance de l'activité physique, soit l'accélération et la fréquence cardiaque<sup>91</sup>. Cela suggère que notre indice de vitalité pourrait être dérivé à partir des autres dispositifs, cependant cela reste à confirmer dans des études ultérieures.

## **L'Hexoskin permet de surveiller les patients lors de la réadaptation cardiaque à domicile**

Le Hexoskin fut bien toléré par la majorité des patients et nous avons enregistré 6 sessions d'entraînement physique à domicile chez 28 patients angineux alors que 13 patients ont même complété jusqu'à 7 sessions d'entraînement à domicile supplémentaires. Cette veste permet de surveiller la réadaptation cardiaque à domicile du patient. Nous n'avons pas observé de changement significatif pour ce qui est des questionnaires complétés post session de réadaptation cardiaque, par rapport à ceux post-traitement de l'angine, mais vu le court temps de suivi, nous n'y attendions pas à trouver des différences<sup>90</sup>. Cette difficulté à influencer ces mesures fut démontré dans la littérature et en général, afin que la réadaptation cardiaque à domicile influence ces mesures, il faut avoir un entraînement prolongé et un suivi plus long que celui de notre étude. Notre étude manque donc de puissance afin de démontrer un effet bénéfique de la réadaptation cardiaque chez notre population et sert plutôt de « preuve de concept » que l'Hexoskin est toléré lors de l'entraînement à domicile et peut surveiller la réadaptation cardiaque à domicile.

La réadaptation cardiaque est centrale dans le changement des habitudes de vie chez les patients angineux ou avec maladie coronarienne. Les patients réussissent à avoir une meilleure forme physique, plus d'endurance et de force musculaire, moins de symptômes angineux et une amélioration de leur bien-être psychologique<sup>92</sup>. Par ailleurs, tel que démontré par des méta-analyses des études randomisées contrôlées, la réadaptation cardiaque diminue la mortalité toute cause et la mortalité cardiaque, en plus d'améliorer différents paramètres biologiques reliés à la MCAS<sup>93</sup>. Il va sans dire que celle-ci est une pierre angulaire dans le traitement de la maladie coronarienne et que toute intervention qui permet d'augmenter l'observance à la réadaptation cardiaque devrait être privilégiée. Quoique notre programme était composé de seulement 6 sessions, nous avons observé un taux plus élevé de participation à notre programme de réadaptation cardiaque (93.3%) par rapport aux valeurs rapportées dans la littérature de 40 à 80%<sup>94</sup>. Par ailleurs, près de la moitié des patients se sont sentis réassurés par le port de la veste durant ces séances, pouvant suggérer un effet bénéfique sur le niveau d'anxiété et sur la réassurance de cette veste. L'enregistrement et la transmission de données peuvent potentiellement encourager le patient à continuer ses séances d'exercice,

puisque non seulement la veste le « réassure » en lui permettant d'enregistrer sa fréquence cardiaque et de détecter les arythmies, mais aussi, car chaque entraînement est enregistré et transmis au médecin, agissant comme « preuve » de l'observance et de la volonté du patient. Malgré le fait que cela ne reste que des hypothèses, une étude randomisée contrôlée où l'intervention est le port de la veste devrait être conduite afin d'étudier l'impact sur l'adhérence et la satisfaction des patients de celle-ci.

## Limitations

Notre étude a décrit un nouvel outil dans le suivi de l'angine, cependant elle souffre de certaines limitations dont les auteurs voudraient témoigner. Les principaux avantages et limites du Hexoskin sont présentés dans le Tableau 16.

*Tableau 16. Avantages et limites du Hexoskin*

Outils d'évaluation	Avantages	Limites
Hexoskin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet de dériver l'indice de vitalité et d'ajuster les mesures d'angine conventionnelle pour dériver l'angine digitale</li> <li>• Transmission des données à distance.</li> <li>• Veste confortable pouvant être portée durant 48 heures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haut taux d'artéfacts avec les grandes tailles de veste</li> <li>• Coût du dispositif</li> <li>• Faible durée de la pile entraînant un manque de données</li> <li>• Validé que chez les patients souffrant d'angine secondaire à la MCAS</li> </ul>

Tout d'abord notre étude est préliminaire, possède une faible taille de l'échantillon et nécessite une validation externe afin d'en confirmer les trouvailles de l'indice de vitalité. Nous avons obtenu seulement deux enregistrements de 48 heures avec le Hexoskin pour dériver l'indice de vitalité. Malgré la qualité continue de cette mesure, nous pouvons imaginer un suivi plus long, en termes de semaines, avec des

enregistrements sériés pour bien comprendre l'évolution au jour-le-jour, et au fil des mois, de cet indice de vitalité. Par ailleurs, bien que le concept de vitalité ne soit pas nouveau, il n'existe pas d'instrument de mesure agissant comme « étalon d'or » afin de la vitalité. Ainsi, nous pouvons douter de la validité de notre indice de vitalité. Cependant, puisque celui-ci fut généré à partir de mesures interprétables (Fréquences cardiaque et accélération) et qui correspondent au concept de vitalité en présentant une variation diurne, que celui-ci est fondé sur des hypothèses raisonnables et varie de façon significative avec l'âge, nous croyons que cette mesure se comporte comme le concept de « vitalité » le suggère et pourrait être valide. La différence dans l'indice de vitalité était surtout dans le groupe de patients traités avec ICP, alors que dans le groupe chirurgical, nous avons vu une baisse numérique de celui-ci. Il est possible que nous ayons évalué les patients post-PAC de façon trop prématurée (à 6 semaines, en moyenne, post chirurgie), ce qui s'est traduit par un indice de vitalité abaissé. Des études dans des populations différentes à plus grande échelle devraient dériver notre indice de vitalité afin de confirmer sa validation externe. De plus, l'indice de vitalité tel que décrit a permis de détecter davantage de changements dans les mesures conventionnelles pour évaluer l'angine. Ces différences étaient encore plus marquées dans le sous-groupe de patients initialement jugés comme non-répondants. Il a été décrit, dans une population d'insuffisance cardiaque, que l'ajustement des symptômes du patient pour sa classe fonctionnelle (idée similaire à notre indice de vitalité) avait une meilleure corrélation avec la perception d'amélioration de la maladie du patient, que la mesure des symptômes sans ajustement<sup>4</sup>. Nous avons traduit ce concept dans notre cohorte. Par ailleurs, ce concept de vitalité pourrait s'appliquer à n'importe quelle maladie chronique ayant un impact fonctionnel sur l'individu. Cependant, nous n'avons pas demandé directement au patient comment il a perçu l'impact du traitement de l'angine sur sa maladie, tel que *Goldman et al* le suggère<sup>4</sup>. Cette mesure sera importante à obtenir dans des études futures afin de la corrélérer avec l'indice de vitalité. Ensuite, nous avons gardé la dose constante de bêtabloquants dans notre étude afin de ne pas influencer l'indice de vitalité au-delà de l'effet de la coronarographie. Il est possible que cet indice ne varie pas autant que dans notre cohorte, lors de l'augmentation des médicaments à effet chronotrope et inotrope négatif. Des études futures devraient corrélérer la variation de l'indice de vitalité en fonction de l'ajustement des médicaments pouvant avoir un impact sur la vitalité. Cependant, il n'est pas inhabituel que les patients se sentent fatigués et anergiques après ajustement de ces médicaments

et l'indice de vitalité permettrait de quantifier cet effet de manque d'énergie<sup>56</sup>. Par ailleurs, la faible taille de l'échantillon ne nous donne pas la puissance de mesurer la sécurité de la veste Hexoskin, hors de toute, chez les patients avec réadaptation cardiaque à domicile, mais permet toutefois de déterminer une « preuve de concept » de la vitalité chez les patients angineux avec MCAS.

Finalement, le taux d'artéfacts observé fut plus haut que celui anticipé ou celui observé chez les athlètes. Cela a limité la quantité de signaux disponibles pour la validation du tracé électrocardiographique. Par ailleurs, notre population a eu peu d'arythmies, ce qui limite la validation de l'ECG de l'Hexoskin pour la détection de celles-ci. Une étude dans une population avec plus haute prévalence d'arythmies et en utilisant une veste munie de plusieurs électrodes et dérivations pourrait donner des meilleurs résultats. Similairement, il y a eu plusieurs heures de données manquantes à cause de la courte durée de la pile, mais la nouvelle pile qui permet jusqu'à 30 heures d'enregistrement devrait diminuer le taux de données manquantes. Enfin, le nombre de patients était limité et nous avons certainement manqué de puissance pour certaines mesures. Par exemple, la durée d'effort sur l'épreuve d'effort devrait augmenter post traitement de l'angine, mais nous n'avons pas observé de différence significative. Cela pourrait aussi représenter une « mémoire » de la classe fonctionnelle du patient, figée au niveau prétraitement de l'angine, s'ayant adapté à sa condition physique et ayant restreint son activité physique, même lors du tapis roulant.

## Conclusions

Le Hexoskin a été bien toléré par la majorité des participants et, lorsqu'absent d'artéfacts, le signal d'ECG de la veste a démontré une forte corrélation avec celui du tapis roulant et de l'Holter, tant pour la mesure de la fréquence cardiaque que pour la détection d'arythmies. Grâce au Hexoskin, nous avons dérivé un indice de vitalité valide, reproductible et répondant au traitement de l'angine, surtout chez les patients révascularisés par ICP. Cet indice de vitalité permet de normaliser les mesures conventionnelles d'angine du patient, afin d'obtenir des mesures d'angine digitale pouvant mieux expliquer l'évolution de l'angine des patients après traitement de celle-ci. Cela a permis de détecter davantage de changements dans le sous-groupe de patients initialement jugé comme non-répondant à la stratégie de revascularisation par les outils

conventionnels. Des études futures impliquant davantage de patients et visant d'autres pathologies ayant un impact sur la classe fonctionnelle, telle la sténose aortique, devraient être réalisées afin d'évaluer l'utilisation de l'indice de vitalité pour mesurer l'efficacité du traitement de ces maladies et ajuster pour le *biais d'adaptation au seuil ischémique*.



## Références bibliographiques

1. WARREN J. Remarks on Angina Pectoris. *New Engl J Medicine*. 1812;1(1):1–11.
2. Mancini JG, Gosselin G, Chow B, Kostuk W, Stone J, Yvorchuk KJ, et al. Canadian Cardiovascular Society Guidelines for the Diagnosis and Management of Stable Ischemic Heart Disease. *Can J Cardiol*. 2014;30(8):837–49.
3. Kandzari DE, Lam L, Eisenstein EL, Clapp-Channing N, Fine JT, Califf RM, et al. Advanced coronary artery disease: Appropriate end points for trials of novel therapies. *Am Heart J*. 2001;142(5):843–51.
4. Goldman L, Cook FE, Mitchell N, Flatley M, Sherman H, Cohn PF. Pitfalls in the serial assessment of cardiac functional status. *Journal of chronic diseases*. 1982;35(10):763–71.
5. Spertus J, Winder J, Dewhurst T, Deyo R, Prodzinski J, nell M, et al. Development and evaluation of the Seattle Angina Questionnaire: a new functional status measure for coronary artery disease. *JACC*. 1995;25(2):333–41.
6. Campeau L. Letter: Grading of angina pectoris. *Circulation*. 1976;54(3):522–3.
7. Campeau L. The Canadian Cardiovascular Society grading of angina pectoris revisited 30 years later. *Canadian Journal of Cardiology*. 2002;18(4):371–9.
8. Jolicœur ME, Ohman ME, Temple R, Stockbridge N, Smith S, Mark D, et al. Clinical and research issues regarding chronic advanced coronary artery disease Part II: Trial design, outcomes, and regulatory issues. *Am Heart J*. 2008;155(3):435–44.

9. Campeau L. The Canadian Cardiovascular Society grading of angina pectoris revisited 30 years later. *Canadian Journal of Cardiology*. 2002;18(4):371–9.
10. Goldman L, Cook E, Mitchell N, Flatley M, Sherman H, Cohn P. Pitfalls in the serial assessment of cardiac functional status. How a reduction in “ordinary” activity may reduce the apparent degree of cardiac compromise and give a misleading impression of improvement. *Journal of chronic diseases*. 1982;35(10):763–71.
11. Sharma A, Harrington RA, McClellan MB, Turakhia MP, Eapen ZJ, Steinhubl S, et al. Using Digital Health Technology to Better Generate Evidence and Deliver Evidence-Based Care. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(23):2680–90.
12. Hróbjartsson A, Gøtzsche PC. Is the Placebo Powerless? *New Engl J Medicine*. 2001;344(21):1594–602.
13. Verheye S, Jolicœur ME, Behan MW, Pettersson T, Sainsbury P, Hill J, et al. Efficacy of a Device to Narrow the Coronary Sinus in Refractory Angina. *New Engl J Medicine*. 2015;372(6):519–27.
14. Frazier O, Tuzun E, Eichstadt H, Boyce SW, Lansing AM, March RJ, et al. Transmyocardial Laser Revascularization as an Adjunct to Coronary Artery Bypass Grafting: A Randomized, Multicenter Study with 4-Year Follow-Up. *Texas Heart Institute Journal*. 2004;31(3):231–9.
15. Ien K, Dowling RD, DelRossi AJ, Realyvasques F, Lefrak EA, Pfeffer TA, et al. Transmyocardial laser revascularization combined with coronary artery bypass grafting: A multicenter, blinded, prospective, randomized, controlled trial. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2000;119(3):540–9.

16. Spertus J. Selecting end points in clinical trials: What evidence do we really need to evaluate a new treatment? *Am Heart J.* 2001;142(5):745–7.
17. Cox J, Naylor C. The Canadian Cardiovascular Society grading scale for angina pectoris: is it time for refinements? *Annals of Internal Medicine.* 1992;117(8):677–83.
18. Campeau L. The Canadian Cardiovascular Society grading of angina pectoris revisited 30 years later. *Canadian Journal of Cardiology.* 2002;18(4):371–9.
19. Cox JL, Naylor DC, Johnstone DE. Limitations of canadian cardiovascular society classification of angina pectoris. *Am J Cardiol.* 1994;74(3):276–7.
20. Lampe F, Walker M, Lennon L, Whincup P, Ebrahim S. Validity of a self-reported history of doctor-diagnosed angina. *Journal of clinical epidemiology.* 1999;52(1):73–81.
21. ugherty C, Dewhurst T, Nichol W, Spertus J. Comparison of three quality of life instruments in stable angina pectoris: Seattle Angina Questionnaire, Short Form Health Survey (SF-36), and Quality of Life Index-Cardiac Version III. *Journal of clinical epidemiology.* 1998;51(7):569–75.
22. Al-Ani M, Winchester DE. Prevalence and Overlap of Noncardiac Conditions in the Evaluation of Low-risk Acute Chest Pain Patients. *Critical Pathways Cardiol.* 2015;14(3):97–102.
23. Hays R, Sherbourne C, Mazel R. The RAND 36-Item Health Survey 1.0. *Health economics.* 1993;2(3):217–27.
24. McHorney C, Ware JJ, Raczek A. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Medical*

care. 1993;31(3):247–63.

25. Spertus JA, Winder JA, Dewhurst TA, Deyo RA, Prodzinski J, nnell M, et al. Development and evaluation of the Seattle Angina questionnaire: A new functional status measure for coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 1995;25(2):333–41.

26. Chan PS, Jones PG, Arnold SA, Spertus JA. Development and Validation of a Short Version of the Seattle Angina Questionnaire. *Circulation Cardiovascular quality and outcomes*. 2014;7(5):640–7.

27. Spitzer RL, Kroenke K, Williams JB, Lowe B. A brief measure for assessing generalized anxiety disorder: the GAD-7. *Arch Intern Med*. 2006;166(10):1092–7.

28. Tousoulis D, Androulakis E, Kontogeorgou A, Papageorgiou N, Charakida M, Siama K, et al. Insight to the Pathophysiology of Stable Angina Pectoris. *Curr Pharm Design*. 2013;19(9):1593–600.

29. Collins P, Fox KM. Pathophysiology of angina. *Lancet*. 1990;335(8681):94–6.

30. Higgins JP, Higgins JA. Electrocardiographic exercise stress testing: an update beyond the ST segment. *Int J Cardiol*. 2007;116(3):285–99.

31. Gobel F, Norstrom L, Nelson R, Jorgensen C, Wang Y. The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation*. 1978;57(3):549–56.

32. Bogaty P, Kingma JJ, Robitaille N, Plante S, Simard S, Charbonneau L, et al. Attenuation of myocardial ischemia with repeated exercise in subjects with chronic stable angina: relation to myocardial contractility, intensity of exercise and the adenosine triphosphate-sensitive potassium channel. *JACC*. 1998;32(6):1665–

71.

33. Levisman JM, Aspry K, Amsterdam EA. Improving the positive predictive value of exercise testing in women for coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 2012;110(11):1619–22.

34. Wimmer NJ, irica B, Stone PH. The clinical significance of continuous ECG (ambulatory ECG or Holter) monitoring of the ST-segment to evaluate ischemia: a review. *Prog Cardiovasc Dis.* 2013;56(2):195–202.

35. Agati L, Penco M, Vizza CD, Renzi M, Dagianti A. Ultrasound in Coronary Artery Disease, Present Role and Future Perspectives. 1991;109–19.

36. Sicari R, Cortigiani L. The clinical use of stress echocardiography in ischemic heart disease. *Cardiovasc Ultrasoun.* 2017;15(1):7.

37. Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, Canaday B, Finstuen JA, Foster MC, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiog.* 2018;32(1):1–64.

38. Zacharias K, Ahmed A, Shah BN, Gurunathan S, Young G, Acosta D, et al. Relative clinical and economic impact of exercise echocardiography vs. exercise electrocardiography, as first line investigation in patients without known coronary artery disease and new stable angina: a randomized prospective study. *European Hear J - Cardiovasc Imaging.* 2017;18(2):195–202.

39. Shah BN, Zacharias K, Pabla JS, Karogiannis N, Calicchio F, Balaji G, et al. The clinical impact of contemporary stress echocardiography in morbid obesity for the assessment of coronary artery disease. *Heart.* 2016;102(5):370–5.

40. Hendel RC, Berman DS, Carli MF, Heidenreich PA, Henkin RE, Pellikka PA, et al. ACCF/ASNC/ACR/AHA/ASE/SCCT/SCMR/SNM 2009 appropriate use criteria for cardiac radionuclide imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the American Society of Nuclear Cardiology, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and the Society of Nuclear Medicine. *Circulation*. 2009;119(22):e561-87.
41. Kim HW, Klem I, Kim RJ. Detection of myocardial ischemia by stress perfusion cardiovascular magnetic resonance. *Cardiol Clin*. 2007;25(1):57-70–vi.
42. Stratmann H, Tamesis B, Younis L, Wittry, Miller D. Prognostic value of dipyridamole technetium-99m sestamibi myocardial tomography in patients with stable chest pain who are unable to exercise. *AJC*. 1994;73(9):647–52.
43. Pellikka PA, She L, Holly TA, Lin G, Varadarajan P, Pai RG, et al. Variability in Ejection Fraction Measured By Echocardiography, Gated Single-Photon Emission Computed Tomography, and Cardiac Magnetic Resonance in Patients With Coronary Artery Disease and Left Ventricular Dysfunction. *Jama Netw Open*. 2018;1(4):e181456.
44. Ardle BA, Dowsley TF, deKemp RA, Wells GA, Beanlands RS. Does rubidium-82 PET have superior accuracy to SPECT perfusion imaging for the diagnosis of obstructive coronary disease?: A systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(18):1828–37.
45. Campisi R, Marengo FD. Coronary microvascular dysfunction in women with nonobstructive ischemic heart disease as assessed by positron emission tomography. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. 2017;7(2):196–205.

46. Members T, Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, Andreotti F, Arden C, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2013;34(38):2949–3003.
47. Vincenti G, Masci P, Monney P, Rutz T, Hugelshofer S, Gaxherri M, et al. Stress Perfusion CMR in Patients With Known and Suspected CAD: Prognostic Value and Optimal Ischemic Threshold for Revascularization. *Jacc Cardiovasc Imaging*. 2017;10(5):526–37.
48. Nabi F, Malaty A, Shah DJ. Stress cardiac magnetic resonance. *Curr Opin Cardiol*. 2011;26(5):385–91.
49. Schroter S, Lamping DL. Responsiveness of the coronary revascularisation outcome questionnaire compared with the SF-36 and Seattle Angina Questionnaire. *Qual Life Res*. 2006;15(6):1069–78.
50. Howell J, Delisle S, Jones M, Karlin P, Kachnowski S, Cuddihy PE, et al. Actigraphy in Heart Failure Subjects with a Reduced and Normal Ejection Fraction. *J Card Fail*. 2008;14(6):S110.
51. Hastings P, Vazir A, O'Driscoll D, Morrell M, Simonds A. Symptom burden of sleep-disordered breathing in mild-to-moderate congestive heart failure patients. *Eur Respir J*. 2006;27(4):748–55.
52. Pollak C, Tryon W, Nagaraja H, Dzwonczyk R. How accurately does wrist actigraphy identify the states of sleep and wakefulness? *Sleep*. 2001;24(8):957–65.
53. Nader PR, Bradley RH, Houts RM, McRitchie SL, O'Brien M. Moderate-to-vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. *Jama*. 2008;300(3):295–305.
54. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, well M. Physical activity in the United States

measured by accelerometer. *Medicine Sci Sports Exerc.* 2008;40(1):181–8.

55. Aktaruzzaman M, Rivolta M, Karmacharya R, Scarabottolo N, Pugnetti L, Garegnani M, et al. Performance comparison between wrist and chest actigraphy in combination with heart rate variability for sleep classification. *Comput Biol Med.* 2017;89:212–21.

56. Maurer MS, Cuddihy P, Weisenberg J, Delisle S, Strong B, Gao Q, et al. The prevalence and impact of anergia (lack of energy) in subjects with heart failure and its associations with actigraphy. *J Card Fail.* 2009;15(2):145–51.

57. Grace SL, Chessex C, Arthur H, Chan S, Cyr C, Dafoe W, et al. Systematizing Inpatient Referral to Cardiac Rehabilitation 2010: Canadian Association of Cardiac Rehabilitation and Canadian Cardiovascular Society Joint Position Paper. *Can J Cardiol.* 2011;27(2):192–9.

58. McMahon SR, Ades PA, Thompson PD. The role of cardiac rehabilitation in patients with heart disease. *Trends Cardiovas Med.* 2017;27(6):420–5.

59. Buckingham S, Taylor R, Jolly K, Zawada A, Dean S, Cowie A, et al. Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation: abridged Cochrane systematic review and meta-analysis. *Open Hear.* 2016;3(2):e000463.

60. Ahlund K, Back M, Sernert N. Fear-avoidance beliefs and cardiac rehabilitation in patients with first-time myocardial infarction. *J Rehabil Med.* 2013;45(10):1028–33.

61. Park Y-T. Emerging New Era of Mobile Health Technologies. *Healthc Informatics Res.* 2016;22(4):253–4.



62. Gandhi S, Chen S, Hong L, Sun K, Gong E, Li C, et al. Effect of Mobile Health Interventions on the Secondary Prevention of Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-analysis. *Can J Cardiol.* 2017;33(2):219–31.
63. Chow CK, Redfern J, Hillis GS, Thakkar J, Santo K, Hackett ML, et al. Effect of Lifestyle-Focused Text Messaging on Risk Factor Modification in Patients With Coronary Heart Disease: A Randomized Clinical Trial. *Jama.* 2015;314(12):1255–63.
64. Khonsari S, Subramanian P, Chinna K, Latif LA, Ling LW, Gholami O. Effect of a reminder system using an automated short message service on medication adherence following acute coronary syndrome. *Eur J Cardiovasc Nur.* 2015;14(2):170–9.
65. Widmer R, Allison T, Lerman L, Lerman A. The Augmentation of Usual Cardiac Rehabilitation With An Online and Smartphone-Based Program Improves Cardiovascular Risk factors and Reduces Rehospitalizations. *JACC.* 63(12, Supplement):A1296 EP-.
66. Brooks GC, Vittinghoff E, Iyer S, Tandon D, Kuhar P, Madsen KA, et al. Accuracy and Usability of a Self-Administered 6-Minute Walk Test Smartphone Application. *Circulation Hear Fail.* 2015;8(5):905–13.
67. Avram R, Marquis-Gravel G, Simard F, Pacheco C, Couture É, Tremblay-Gravel M, et al. Understanding the patient perspective on research access to national health records databases for conduct of randomized registry trials. *Int J Cardiol.* 2018;262(Eur. Heart J. 34 2013):110–6.
68. using mobile technology for cardiac rehabilitation a review and framework for development and evaluation. *J Am Hear Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 2013;2(6):1–9.
69. Flow Sensors in Medicine.

70. Ajami S, Teimouri F. Features and application of wearable biosensors in medical care. *Journal of Research in Medical Sciences : The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2015;20(12):1208–15.
71. Tison GH, nchez J, Ballinger B, Singh A, Olgin JE, Pletcher MJ, et al. Passive Detection of Atrial Fibrillation Using a Commercially Available Smartwatch. *Jama Cardiol*. 2018;3(5):409–16.
72. Ballinger B, Hsieh J, Singh A, Sohoni N, Wang J, Tison GH, et al. DeepHeart: Semi-Supervised Sequence Learning for Cardiovascular Risk Prediction. 2018;1–7.
73. Appelboom G, Camacho E, Abraham ME, Bruce SS, Dumont EL, Zacharia BE, et al. Smart wearable body sensors for patient self-assessment and monitoring. *Archives of Public Health*. 2014;72(1):28–28.
74. Villar R, Beltrame T, Hughson RL. Validation of the Hexoskin wearable vest during lying, sitting, standing, and walking activities. *Appl Physiology Nutrition Metabolism*. 2015;40(10):1–6.
75. Lohr KN. Assessing health status and quality-of-life instruments: Attributes and review criteria. *Quality of Life Research*. 2002;11(3):193–205.
76. Ware JJ. SF-36 health survey update. *Spine*. 2000;25(24):3130–9.
77. CWC. Generalized Anxiety Disorder 7-item (GAD-7) scale. 2008;1–1.
78. Olthuis JV, Watt MC, Stewart SH. Anxiety Sensitivity Index (ASI-3) subscales predict unique variance in anxiety and depressive symptoms. *J Anxiety Disord*. 2014;28(2):115–24.

79. Rienzo M, Racca V, Rizzo F, Bordoni B, Parati G, Castiglioni P, et al. Evaluation of a textile-based wearable system for the electrocardiogram monitoring in cardiac patients. *Ep Europace*. 2013;15(4):607–12.
80. Rienzo M, Meriggi P, Rizzo F, Castiglioni P, Lombardi C, Ferratini M, et al. Textile technology for the vital signs monitoring in telemedicine and extreme environments. *Ieee T Inf Technol B*. 2010;14(3):711–7.
81. and Kirkup SA. A direct comparison of wet, dry and insulating bioelectric recording electrodes. *Physiological Measurement*. 2000;21(2):271.
82. Carré Technologies. Astroskin. <http://www.hexoskin.com/blog>. Consulté le 2019-10-19.
83. Henry TD, Satran D, Jolicœur ME. Treatment of refractory angina in patients not suitable for revascularization. *Nat Rev Cardiol*. 2013;11(2):78–95.
84. Bugiardini R, Badimon L, Collins P, Erbel R, Fox K, Hamm C, et al. Angina, “Normal” Coronary Angiography, and Vascular Dysfunction: Risk Assessment Strategies. *PLoS Medicine*. 2007;4(2):e12.
85. Camm JA, Manolis A, Ambrosio G, Daly C, Komajda M, de Sa E, et al. Unresolved issues in the management of chronic stable angina. *Int J Cardiol*. 2015;201(C):200–7.
86. Pfisterer M, Buser P, Osswald S, Allemann U, Amann W, Angehrn W, et al. Outcome of elderly patients with chronic symptomatic coronary artery disease with an invasive vs optimized medical treatment strategy: one-year results of the randomized TIME trial. *JAMA*. 2003;289(9):1117–23.
87. Wijeyesundera HC. Meta-analysis: Effects of Percutaneous Coronary Intervention Versus Medical Therapy on Angina Relief. *Ann Intern Med*. 2010;152(6):370–9.

88. Beatty AL, Schiller NB, Whooley MA. Six-Minute Walk Test as a Prognostic Tool in Stable Coronary Heart Disease. *Arch Intern Med.* 2012;172(14):1–7.
89. O'Connor G, Buring J, Yusuf S, Goldhaber S, Olmstead E, Paffenbarger R, et al. An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation.* 1989;80(2):234–44.
90. Agarwal S, Schechter C, Zaman A. Assessment of functional status and quality of life after percutaneous coronary revascularisation in octogenarians. *Age Ageing.* 2009;38(6):748–51.
91. El-Amrawy F, Nounou M. Are Currently Available Wearable Devices for Activity Tracking and Heart Rate Monitoring Accurate, Precise, and Medically Beneficial? *Healthcare informatics research.* 2015;21(4):315–20.
92. Balady G, Williams M, Ades P, Bittner V, Comoss P, Foody J, et al. Core Components of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Programs: 2007 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation.* 2007;115(20):2675–82.
93. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, et al. Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Medicine.* 2004;116(10):682–92.
94. Ruano-Ravina A, Pena-Gil C, Abu-Assi E, Raposeiras S, van Hof A, Meindersma E, et al. Participation

and adherence to cardiac rehabilitation programs. A systematic review. *Int J Cardiol.* 2016;223(C):436–43.

## Supplément A – Classe d'angine SCC

Tableau 17. Classe d'angine - SCC

- **Class I:** Ordinary physical activity does not cause angina or angina-equivalent, such as walking and climbing stairs. Angina with strenuous or rapid or prolonged exertion at work or recreation.
- **Class II:** Slight limitation of ordinary activity. Angina/angina-equivalent upon walking or climbing stairs rapidly, walking uphill, walking or stair climbing after meals, or in cold, or in wind, or under emotional stress, or only during the first hours after awakening. Angina or angina-equivalent if walking more than two blocks on the level and climbing more than one flight of ordinary stairs at a normal pace and in normal conditions.
- **Class III:** Marked limitations of ordinary physical activity. Walking one to two blocks on the level and climbing one flight of stairs in normal conditions and at a normal pace.
- **Class IV:** Inability to carry on any physical activity without discomfort. Angina syndrome or angina-equivalent may be present at rest.

## Supplément B – Critères d'inclusion et d'exclusion

Tableau 18. Critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capable de donner un consentement écrit</li> <li>2. Âge <math>\geq 18</math> ans.</li> <li>3. Histoire de maladie coronarienne athérosclérotique bien documentée à l'histoire médicale (3 mois avant la visite de recrutement), maladie coronarienne athérosclérotique documentée à la coronarographie avec présence d'au moins une lésion épicaudique <math>\geq 70\%</math> non revascularisée ou scintigraphie myocardique démontrant une nouvelle ischémie de gradient au moins modéré et d'étendue au moins modérée</li> <li>4. Symptômes témoignant du diagnostic d'angine chronique et/ou histoire d'une réponse anormale à l'exercice limité par l'angine et/ou des changements à l'électrocardiogramme (ECG).</li> <li>5. Patients avec angine stable ou instable classe SCC II-III ou classe IV médicalement stabilisé pendant une période de 7 jour consécutive avant la visite de recrutement avec angine réfractaire malgré utilisation de la thérapie médicale appropriée selon les lignes directrices. L'angine doit être due à une ischémie du myocarde</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Histoire de syndrome coronarien aigu récent (<math>&lt;1</math> semaine) Insuffisance cardiaque congestive décompensée ou histoire d'hospitalisation pour insuffisance cardiaque décompensée 3 mois avant la visite de recrutement.</li> <li>2. Maladie valvulaire sévère</li> <li>3. Critères de haut risque au tapis roulant</li> <li>4. Avec contre-indications, incapable, ou avec d'autres comorbidités qui pourraient empêcher ou interférer avec la capacité de faire un tapis roulant (incluant, mais non limité à : hypertension pulmonaire, maladie pulmonaire obstructive chronique limitant la classe fonctionnelle, histoire de tuberculose, hospitalisation pour maladie pulmonaire chronique, utilisation d'oxygène à domicile, utilisation de thérapie orale de stéroïdes limitant la capacité d'exercice, maladie athérosclérotique périphérique).</li> <li>5. Contre-indication ou incapacité de participer à un programme de réadaptation cardiaque à domicile.</li> <li>6. Fraction d'éjection du ventricule gauche <math>&lt;40\%</math> ou patients avec défibrillateur ou thérapie de resynchronisation cardiaque.</li> </ol>

---

réversible qui est assez sévère pour justifier une coronarographie.

6. Patients peuvent être traités de manière percutanée, chirurgicale ou médicale.
7. Sujet éligible à un programme de réadaptation cardiaque à domicile
8. Comprend la nature de la veste et est capable de porter l'Hexoskin pendant une période d'au moins 24 heures.
9. Capable de venir aux visites de suivi et peut être contacté par téléphone.

7. Hypertrophie ventriculaire gauche sévère (défini par une épaisseur du septum à l'échocardiographie de > 13 mm)
  8. Défauts cardiaques congénitaux, hypertension sévère non contrôlée (pression artérielle systolique > 180 mm Hg ou diastolique > 110 mmHg), anémie sévère, suspicion ou dissection aortique connue, myocardite aiguë, péricardite aiguë, thrombophlébite ou histoire d'embolie pulmonaire.
  9. Présence à l'électrocardiogramme d'anomalies qui pourraient interférer avec l'ECG à l'effort ou qui pourrait conduire à un stress test faussement positif.
  10. Arythmies cliniques significatives, tel qu'une fibrillation auriculaire rapide (> 110 battements par minute) ou bloc atrioventriculaire de 2<sup>ème</sup> degré ou de degré plus élevé.
  11. Besoin de chirurgie cardiaque concomitante, tel qu'une chirurgie valvulaire.
  12. Incapacité ou refus de participer au programme de réadaptation cardiaque à domicile.
  13. Patients moribonds ou patients avec comorbidités et espérance de vie < 1 an.
  14. Allergie au polyester ou au spandex.
  15. Toute contre-indications au tapis roulant.
  16. Condition mentale (psychiatrique ou maladie organique cérébrale) rendant le participant incapable de comprendre la nature, le but ou les possibles conséquences de l'étude ou retard mental ou barrière de langage qui rendrait le patient incapable de consentir.
  17. Potentiel de non-observance envers le protocole de l'étude et les visites de suivi.
  18. Toute autre condition qui, selon l'opinion de l'investigateur, pourrait prévenir la compliance avec le protocole de l'étude ou entraîner un risque dans la sécurité du sujet participant à l'étude.
  19. Présentement dans une autre étude pharmacologique ou de produit médical qui n'est pas terminée (dont l'issue primaire n'est pas obtenue) ou qui pourrait interférer cliniquement avec l'étude actuelle.
-

## Supplément C – Questionnaires

### *Index de Sensibilité à l'Anxiété*

**Instructions :** Veuillez encercler le choix de réponse qui décrit le mieux votre degré d'accord avec les items suivants. Si un des items ne vous concerne pas (ex : « Cela me fait peur lorsque je me sens trembler », pour quelqu'un qui n'a jamais ressenti ce malaise), répondez en pensant à la façon dont vous vous seriez senti dans une telle situation, sinon répondez selon votre expérience.

	Très peu	Un Peu	Quelquefois	Beaucoup	Énormément
1. Il est important pour moi de ne pas paraître nerveux (euse)	0	1	2	3	4
2. Quand je ne peux me concentrer sur une tâche, je m'inquiète de devenir fou (folle)	0	1	2	3	4
3. Cela me fait peur quand je me sens trembler	0	1	2	3	4
4. Cela me fait peur quand je pense m'évanouir	0	1	2	3	4
5. Il est important pour moi de rester en contrôle de mes émotions	0	1	2	3	4
6. Cela me fait peur quand mon cœur bat rapidement	0	1	2	3	4
7. Cela m'embarrasse quand mon estomac « crie »	0	1	2	3	4
8. Cela me fait peur quand j'ai des sensations de nausée	0	1	2	3	4
9. Quand je m'aperçois que mon cœur bat rapidement, je m'inquiète que je pourrais avoir une	0	1	2	3	4



« crise de cœur » (infarctus)					
10. Cela me fait peur quand je deviens essoufflé (e)	0	1	2	3	4
11. Quand mon estomac est à l'envers, je m'inquiète que je pourrais être malade	0	1	2	3	4
12. Cela me fait peur quand je suis incapable de me concentrer sur une tâche	0	1	2	3	4
13. Les gens remarquent quand je me sens tout (e) tremblant (e)	0	1	2	3	4
14. Les sensations corporelles inhabituelles me font peur	0	1	2	3	4
15. Quand je me sens nerveux (se), je m'inquiète que je pourrais avoir une maladie mentale	0	1	2	3	4
16. Cela me fait peur quand je suis nerveux (se)	0	1	2	3	4

## ***GAD-7***

Au cours des 14 derniers jours, à quelle fréquence avez-vous été dérangé(e) par les problèmes suivants? Veuillez encercler votre réponse. Utilisez le choix de réponse suivant :

Jamais	Plusieurs jours	Plus de la moitié des jours	Presque tous les jours
1	2	3	4

### **1. Sentiment de nervosité, d'anxiété ou de tension**

Jamais jours	Plusieurs jours	Plus de la moitié des jours	Presque tous les jours
1	2	3	4

### **2. Incapable d'arrêter de vous inquiéter ou de contrôler vos inquiétudes**

Jamais jours	Plusieurs jours	Plus de la moitié des jours	Presque tous les jours
1	2	3	4

### **3. Inquiétudes excessives à propos de tout et de rien**

Jamais	Plusieurs jours	Plus de la moitié des jours	Presque tous les jours
1	2	3	4

### **4. Difficulté à se détendre**

Jamais jours	Plusieurs jours	Plus de la moitié des jours	Presque tous les jours
1	2	3	4

### **5. Agitation telle qu'il est difficile de rester tranquille**

Jamais jours	Plusieurs jours	Plus de la moitié des jours	Presque tous les jours
-----------------	-----------------	-----------------------------	------------------------

1

2

3

4

#### 6. Devenir facilement contrarié(e) ou irriTableau

Jamais  
jours

Plusieurs jours

Plus de la moitié des jours

Presque tous les

1

2

3

4

#### 7. Avoir peur que quelque chose d'épouvanTableau puisse arriver

Jamais  
jours

Plusieurs jours

Plus de la moitié des jours

Presque tous les

1

2

3






4

## Votre Santé et Votre Bien-Être






Les questions qui suivent portent sur votre santé, telle que vous la percevez. Vos réponses permettront de suivre l'évolution de votre état de santé et de savoir dans quelle mesure vous pouvez accomplir vos activités courantes. *Merci d'avoir complété ce questionnaire!*

Pour chacune des questions suivantes, cochez la case ☐ correspondant le mieux à votre réponse.

**1. En général, diriez-vous que votre santé est:**

Excellente	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise
				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**2. Par comparaison à l'an dernier, comment évaluez-vous, maintenant, votre santé générale?**

Bien meilleure maintenant que l'an dernier	Un peu meilleure maintenant que l'an dernier	À peu près la même que l'an dernier	Un peu moins bonne maintenant que l'an dernier	Bien moins bonne maintenant que l'an dernier
				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**3. Les questions suivantes portent sur les activités que vous pourriez avoir à faire au cours d'une journée normale. Votre état de santé actuel vous limite-t-il dans ces activités? Si oui, dans quelle mesure?**

Mon état de santé me limite beaucoup	Mon état de santé me limite un peu	Mon état de santé ne me limite pas du tout
▼	▼	▼

- a Dans les activités exigeant un effort physique important comme courir, soulever des objets lourds, pratiquer des sports violents..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- b Dans les activités modérées comme déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux quilles ou au golf..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- c Pour soulever ou transporter des sacs d'épicerie ..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- d Pour monter plusieurs étages à pied ..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- e Pour monter un seul étage à pied..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- f Pour me pencher, me mettre à genoux ou m'accroupir..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- g Pour faire plus d'un kilomètre à pied..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- h Pour faire plus de deux cents mètres à pied..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- i Pour faire cent mètres à pied ..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3
- j Pour prendre un bain ou m'habiller..... ☐ 1 ..... ☐ 2 ..... ☐ 3






**4. Au cours des quatre dernières semaines, combien de fois avez-vous eu l'une ou l'autre des difficultés suivantes au travail ou dans vos autres activités quotidiennes à cause de votre état de santé physique?**

	Tout le temps	La plupart du temps	Parfois	Rarement	Jamais
a Avez-vous dû consacrer <u>moins de temps</u> à votre travail ou à d'autres activités? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b Avez-vous <u>accompli moins de</u> choses que vous l'auriez voulu? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c Avez-vous été limité(e) dans la <u>nature</u> de vos tâches ou de vos autres activités? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d Avez-vous eu <u>de la difficulté</u> à accomplir votre travail ou vos autres activités (par exemple vous a-t-il fallu fournir un effort supplémentaire)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5







**5. Au cours des quatre dernières semaines, combien de fois avez-vous eu l'une ou l'autre des difficultés suivantes au travail ou dans vos autres activités quotidiennes à cause de l'état de votre moral (comme le fait de vous sentir déprimé(e) ou anxieux(se))?**

	Tout le temps	La plupart du temps	Parfois	Rarement	Jamais
a Avez-vous dû consacrer <u>moins de temps</u> à votre travail ou à d'autres activités? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b Avez-vous <u>accompli moins de</u> choses que vous l'auriez voulu? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c Avez-vous fait votre travail ou vos autres activités avec <u>moins de soin</u> qu'à l'habitude? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5






6. Au cours des quatre dernières semaines, dans quelle mesure votre état physique ou moral a-t-il nui à vos activités sociales habituelles (famille, amis, voisins ou autres groupes)?

Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

7. Au cours des quatre dernières semaines, avez-vous éprouvé des douleurs physiques?

Aucune douleur	Douleurs très légères	Douleurs légères	Douleurs moyennes	Douleurs intenses	Douleurs très intenses
					
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

8. Au cours des quatre dernières semaines, dans quelle mesure la douleur a-t-elle nui à vos activités habituelles (au travail comme à la maison)?

Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

9. Ces questions portent sur les quatre dernières semaines. Pour chacune des questions suivantes, donnez la réponse qui s'approche le plus de la façon dont vous vous êtes senti(e). Au cours des quatre dernières semaines, combien de fois:

	Tout le temps	La plupart du temps	Parfois	Rarement	Jamais
a Vous êtes-vous senti(e) plein(e) d'entrain? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b Avez-vous été très nerveux(se)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c Vous êtes-vous senti(e) si déprimé(e) que rien ne pouvait vous remonter le moral? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d Vous êtes-vous senti(e) calme et serein(e)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
e Avez-vous eu beaucoup d'énergie? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
f Vous êtes-vous senti(e) triste et démoralisé(e)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
g Vous êtes-vous senti(e) épuisé(e) et vidé(e)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
h Vous êtes-vous senti(e) heureux(se)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
i Vous êtes-vous senti(e) fatigué(e)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

10. Au cours des quatre dernières semaines, combien de fois votre état physique ou moral a-t-il nui à vos activités sociales (comme visiter des amis, des parents, etc.)?

Tout le temps	La plupart du temps	Parfois	Rarement	Jamais
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5



**11. Dans quelle mesure chacun des énoncés suivants est-il VRAI ou FAUX dans votre cas?**

	Tout à fait vrai	Plutôt vrai	Ne sais pas	Plutôt faux	Tout à fait faux
a Il me semble que je tombe malade un peu plus facilement que les autres .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b Je suis en aussi bonne santé que les gens que je connais.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c Je m'attends à ce que ma santé se détériore.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d Ma santé est excellente.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

***Merci d'avoir bien voulu répondre à ces questions!***

## Questionnaire d'angine de Seattle

### Questionnaire sur l'Angine de poitrine

1. Vous trouverez ci-dessous une liste d'activités que les gens font souvent au cours de la semaine. Bien qu'il soit difficile de déterminer chez certaines personnes ayant divers problèmes de santé le(s) facteur(s) qui limite(nt) certaines de leurs activités, nous vous demandons de lire attentivement les activités énumérées ci-dessous et d'indiquer pour chacune d'elles dans quelle mesure, **au cours des 4 dernières semaines**, vous avez été limité(e) pour accomplir cette activité **en raison de douleurs ou d'une sensation d'oppression dans la poitrine (comme si elle était prise dans un étau) ou de crises d'angine de poitrine :**

Cochez une seule case par ligne

Activité	J'ai été énormément limité(e)	J'ai été beaucoup limité(e)	J'ai été moyennement limité(e)	J'ai été un peu limité(e)	Je n'ai pas du tout été limité(e)	J'ai été limité(e) pour d'autres raisons ou je n'ai pas fait cette activité
M'habiller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marcher à la maison sur une surface plane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prendre une douche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monter une côte ou un étage à pied sans m'arrêter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jardiner, passer l'aspirateur, ou porter les sacs d'épicerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marcher à vive allure d'un coin de rue à l'autre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Courir ou faire de la course à pied	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soulever ou déplacer des objets lourds (ex. meubles) ou prendre un enfant dans mes bras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pratiquer des sports violents (ex. natation, tennis)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Par rapport à votre état il y a 4 semaines, avec quelle fréquence ressentez-vous des **douleurs ou une sensation d'oppression dans la poitrine** ou avez-vous des **crises d'angine de poitrine** lorsque vous faites les activités qui vous demandent le **plus d'efforts**?

Je ressens **des douleurs, une sensation d'oppression dans la poitrine** ou j'ai des **crises d'angine de poitrine...**

<b>Beaucoup plus souvent</b>	<b>Un peu plus souvent</b>	<b>À peu près aussi souvent</b>	<b>Un peu moins souvent</b>	<b>Beaucoup moins souvent</b>	<b>Je n'en ai pas ressenties au cours des 4 dernières semaines</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Au cours des 4 dernières semaines, combien de fois en moyenne avez-vous ressenti des **douleurs ou une sensation d'oppression dans la poitrine** ou avez-vous eu des **crises d'angine de poitrine**?

J'ai ressenti des **douleurs ou une sensation d'oppression dans la poitrine** ou j'ai eu des **crises d'angine de poitrine...**

<b>Au moins 4 fois par jour</b>	<b>1 à 3 fois par jour</b>	<b>Au moins 3 fois par semaine mais pas tous les jours</b>	<b>1 à 2 fois par semaine</b>	<b>Moins d'une fois par semaine</b>	<b>Aucune fois au cours des 4 dernières semaines</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Au cours des 4 dernières semaines, combien de fois en moyenne avez-vous dû prendre de la nitroglycérine (nitroglycérine en comprimés ou en aérosol) pour calmer vos **douleurs ou la sensation d'oppression dans la poitrine** ou vos **crises d'angine de poitrine**?

J'ai pris de la nitroglycérine...

<b>Au moins 4 fois par jour</b>	<b>1 à 3 fois par jour</b>	<b>Au moins 3 fois par semaine mais pas tous les jours</b>	<b>1 à 2 fois par semaine</b>	<b>Moins d'une fois par semaine</b>	<b>Aucune fois au cours des 4 dernières semaines</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Cela vous ennuie-t-il de prendre vos médicaments comme vous l'a prescrit votre médecin pour soulager vos **douleurs dans la poitrine** ou la **sensation d'oppression dans la poitrine** ou vos **crises d'angine de poitrine**?

<b>Cela m'ennuie énormément</b>	<b>Cela m'ennuie beaucoup</b>	<b>Cela m'ennuie moyennement</b>	<b>Cela m'ennuie un peu</b>	<b>Cela ne m'ennuie pas du tout</b>	<b>Mon médecin ne m'a prescrit aucun médicament</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Êtes-vous convaincu(e) que tous les moyens possibles sont utilisés pour traiter vos **douleurs ou la sensation d'oppression dans la poitrine** ou vos **crises d'angine de poitrine**?

<b>Pas du tout convaincu(e)</b>	<b>Très peu convaincu(e)</b>	<b>Moyennement convaincu(e)</b>	<b>Très convaincu(e)</b>	<b>Totalement convaincu(e)</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Êtes-vous satisfait(e) des explications que vous a données votre médecin au sujet de vos **douleurs ou de la sensation d'oppression dans la poitrine ou de vos crises d'angine de poitrine?**

Pas du tout satisfait(e)	Très peu satisfait(e)	Moyennement satisfait(e)	Très satisfait(e)	Totalement satisfait(e)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Dans l'ensemble, êtes-vous satisfait(e) du traitement que vous suivez actuellement pour calmer vos **douleurs ou la sensation d'oppression dans la poitrine ou vos crises d'angine de poitrine?**

Pas du tout satisfait(e)	Très peu satisfait(e)	Moyennement satisfait(e)	Très satisfait(e)	Totalement satisfait(e)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Au cours des 4 dernières semaines, votre goût de la vie a-t-il été affecté par vos **douleurs, par la sensation d'oppression dans la poitrine ou par vos crises d'angine de poitrine?**

Mon goût de la vie en a été ...

<b>Énormément affecté</b>	<b>Beaucoup affecté</b>	<b>Moyennement affecté</b>	<b>Un peu affecté</b>	<b>Pas du tout affecté</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Si vous deviez vivre avec vos **douleurs ou avec la sensation d'oppression dans la poitrine** ou en ayant **des crises d'angine de poitrine** telles qu'elles se présentent aujourd'hui, jusqu'à la fin de vos jours, comment réagiriez-vous ?

Je serais ...

Pas du tout satisfait(e)	Très peu satisfait(e)	Moyennement satisfait(e)	Très satisfait(e)	Totalement satisfait(e)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Vous faites-vous du souci à l'idée que vous risquez d'avoir une crise cardiaque ou de mourir subitement?

<b>Je n'arrête pas</b> d'y penser ou de me faire du souci	<b>Il m'arrive souvent</b> d'y penser ou de me faire du souci	<b>Il m'arrive parfois</b> d'y penser ou de me faire du souci	<b>Il m'arrive rarement</b> d'y penser ou de me faire du souci	<b>Il ne m'arrive jamais</b> d'y penser ou de me faire du souci
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## *Questionnaire de confort*

**\*Les questions portant un astérisque « \* » doivent être complétées à la fin de l'étude.**

**1. Quelle est la taille du vêtement Hexoskin que vous portez?**

- ☐ 2TP
- ☐ TP
- ☐ P
- ☐ M
- ☐ G
- ☐ TG
- ☐ 2TG
- ☐ 3TG
- ☐ 4TG

**2. Quelle est votre niveau de confort général**

- ☐ Trop serré
- ☐ Bien normalisé – serré
- ☐ Trop grand

**3. Quel est votre niveau de confort à la bande thoracique ?**

- ☐ Trop serré
- ☐ Bien normalisé – serré
- ☐ Trop grand
- ☐ Non applicable

**4. Quel est votre niveau de confort à la bande abdominale?**

- ☐ Trop serré
- ☐ Bien normalisé – serré
- ☐ Trop grand
- ☐ Non applicable

**5. Quelle est le niveau de confort du tissu? Encerclez votre réponse.**

InconforTableau

Très conforTableau

1            2            3            4            5            6            7            8            9            10

**6. Ressentez-vous les composantes électroniques?**

- ☐ Oui
- ☐ Non

**7. Est-ce que les coutures du vêtement irritent votre peau?**

- ☐ Oui
- ☐ Non

**8. Avez-vous des marques non permanentes sur votre peau dues à l'usage du Hexoskin?**

- ☐ Oui
- ☐ Non

***Si oui, sur quelle partie du corps avez-vous des marques?***

- ☐ Sous l'ouverture des bras
- ☐ Au niveau de la poche qui contient le module
- ☐ Sous les coutures de la bande thoracique
- ☐ Sous les coutures de la bande abdominale

**9. Avez-vous été rassuré par l'Hexoskin lorsque vous avez fait de l'activité physique? \***

- ☐ Pas du tout (0 points)
- ☐ Légèrement (1 point)
- ☐ Beaucoup (2 points)
- ☐ Énormement (3 points)

**10. Est-ce que le Hexoskin était conforTableau à utiliser durant votre quotidien? \***

- ☐ Pas du tout (0 points)
- ☐ Légèrement (1 point)
- ☐ Beaucoup (2 points)
- ☐ Énormement (3 points)

**11. Globalement, êtes-vous satisfait de l'usage du Hexoskin? \***

- ☐ Pas du tout (0 points)

- ☐ Légèrement (1 point)
- ☐ Beaucoup (2 points)
- ☐ Énormement (3 points)

**12. Avez-vous rencontré des problèmes avec l'Hexoskin ?**

- ☐ Oui ☐ Non

<i><b>Si</b></i>	<i><b>oui,</b></i>	<i><b>s'il-vous</b></i>	<i><b>plait</b></i>	<i><b>expliquez :</b></i>
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				

Type de visite :

- ☐ Clinique Externe/Hôpital
- ☐ Téléphonique

Moment de la visite :

- ☐ Visite initiale
- ☐ Visite 2 (Après l'angiographie coronarienne)

## ***Description de l'angine***

1. Symptôme d'inconfort ou de douleur significatif de possible angine depuis la dernière visite.

Veillez décrire les épisodes de douleur dans la poitrine habituelle, qui pourraient signifier de l'angine possible, c'est-à-dire de la douleur dans la poitrine, de l'inconfort dans la poitrine, de la pression dans la poitrine ou une lourdeur.

### **1.1 Avez-vous eu des épisodes de douleur ou d'inconfort dans la poitrine depuis la dernière visite**

☐ Oui ☐ Non

Si "NON" veuillez passer à la section 2.

### **1.2 De quelle façon votre douleur ou inconfort dans la poitrine change-il? (Veillez cocher TOUTES les situations qui s'appliquent)**

- Elle augmente avec l'exercice et diminue avec le repos ou la nitroglycérine (nitro)*
- ☐ *Elle augmente quand je suis stressé (par exemple, quand je me chicane avec mon/ma conjoint(e) ou lorsque je rencontre une situation stressante au travail)*
  - ☐ *Elle augmente immédiatement après un gros repas*
  - ☐ *Elle s'améliore immédiatement après un gros repas*
  - ☐ *Elle augmente lorsque je me couche sur le dos*
  - ☐ *Elle s'améliore lorsque je me penche vers l'avant*
  - ☐ *Elle augmente lorsque quelqu'un touche ma peau et/ou mes os*
  - ☐ *Elle augmente lorsque je bouge mes bras et/ou j'essaye de soulever des choses avec mes bras.*
  - ☐ *Elle peut se passer au repos, après une journée stressante (par exemple, quand je regarde la télévision en soirée)*
  - ☐ Elle augmente lorsque je prend des inspirations profondes
  - ☐ Autre \_\_\_\_\_

### **1.1 Où est la douleur ou inconfort dans la poitrine localisée ? (Veillez cocher TOUTES les situations qui s'appliquent)**



- ☐ Poitrine
- ☐ Bras gauche
- ☐ Épaule gauche
- ☐ Bras et/ou épaule droite
- ☐ Les deux bras et/ou les deux épaules
- ☐ Cou/mâchoire
- ☐ Dos
- ☐ Creux de l'estomac (épigastrique)
- ☐ Autre \_\_\_\_\_

**1.2 *Quel était votre niveau de douleur ou d'inconfort dans la poitrine typique? (0=absence de douleur, 1=douleur minime, jusqu'à 10=pire douleur imaginable)***

Veillez écrire un numéro de 0 à 10 : \_\_\_\_\_

**1.3 *Quelle était la caractéristique/qualité de la douleur ou de l'inconfort dans la poitrine ? (Veillez cocher TOUTES les situations qui s'appliquent)***

- ☐ Choc électrique
- ☐ Comme un coup de poignard
- ☐ Constrictive
- ☐ Brûlement
- ☐ Lourdeur
- ☐ Pression
- ☐ Serrative

**1.4 *Pouvez-vous avoir de la douleur ou de l'inconfort dans la poitrine avec l'exercice?***

☐ Oui ☐ Non

**1.4.1 *Si OUI, à quel moment de l'exercice est-ce que la douleur ou l'inconfort dans la poitrine est précipitée ? (Veillez cocher TOUTES les situations qui s'appliquent)***

- ☐ Au repos
- ☐ Marcher à l'intérieur, au même niveau
- ☐ Marcher un coin de rue, au même niveau
- ☐ Marcher > 1 coin de rue, au même niveau
- ☐ Monter 1 palier d'escaliers, en s'arrêtant sur le parcours
- ☐ Monter 1 palier d'escaliers, sans s'arrêter

- ☐ Monter > 1 palier d'escaliers, sans s'arrêter
- ☐ Courir à un rythme léger
- ☐ Courir à un rythme modéré ou intense
- ☐ Déplacer des objets lourds
- ☐ Tout sport aérobique (bicyclette, courir sur un tapis roulant, tennis, etc)
- ☐ Autre \_\_\_\_\_

**1.5 Est-ce que la douleur ou l'inconfort dans la poitrine est associé avec des nausées ou des vomissements ?**

☐ Oui ☐ Non

**1.6 Qu'est-ce qui soulage la douleur? (Veuillez cocher TOUTES les situations qui s'appliquent)**

- ☐ Nitroglycérine
- ☐ Repos
- ☐ Médicaments anti-reflux gastroœsophagien
- ☐ Médicaments antiinflammatoires
- ☐ Analgésiants
- ☐ Nourriture/manger
- ☐ Autres \_\_\_\_\_

**1.7 Quelle était la durée moyenne de cette douleur ou inconfort dans la poitrine?**

- ☐ Secondes
- ☐ < ou=15 minutes
- ☐ > 15 minutes
- ☐ Heures
- ☐ Jours

## **Essoufflement**

**2. Symptômes d'essoufflement depuis la dernière visite**

Veillez décrire les épisodes habituels d'essoufflement qui pourraient être significatifs pour de l'angine.

**2.1 Avez-vous eu des épisodes d'essoufflement depuis la dernière visite ?**

☐ Oui ☐ Non

Si "NON" veuillez passer à la section 3.

**2.2 Quelle était la sévérité habituelle de votre essoufflement ? (0=absence d'essoufflement, 1=essoufflement minime, jusqu'à 10=essoufflement le plus sévère imaginable)**

Veillez écrire un numéro de 0 à 10 : \_\_\_\_\_

**2.3 Comment votre essoufflement change-il? (Veuillez cocher TOUTES les situations qui s'appliquent)**

- ☐ *Il augmente avec l'exercice et diminue avec le repos ou la nitroglycérine (Niro)*
- ☐ *Il augmente quand je suis stressé (par exemple, quand je me chicane avec mon/ma conjoint(e) ou lorsque je rencontre une situation stressante au travail)*
- ☐ *Il augmente immédiatement après un gros repas*
- ☐ *Il s'améliore immédiatement après un gros repas*
- ☐ *Il augmente lorsque je me couche sur le dos*
- ☐ *Il s'améliore lorsque je me penche vers l'avant*
- ☐ *Il augmente lorsque je bouge mes bras et/ou j'essaye de soulever des choses avec mes bras.*
- ☐ *Il peut se passer au repos, après une journée stressante (par exemple, quand je regarde la télévision en soirée)*
- ☐ Il augmente lorsque je prend des inspirations profondes
- ☐ Autre \_\_\_\_\_

## ***2.4 Pouvez-vous avoir de l'essoufflement à l'effort ?***

☐ Oui ☐ Non

2.4.1 Si OUI, à quel niveau d'effort se déclenche l'essoufflement ? (Veuillez cocher TOUTES les situations qui s'appliquent)

- ☐ Au repos
- ☐ Activités minimales de la vie quotidienne (s'habiller, cuisiner, se brosser les dents)
- ☐ Prendre une douche
- ☐ Travaux de maison légers
- ☐ Marcher à l'intérieur, au même niveau
- ☐ Marcher un coin de rue, au même niveau
- ☐ Marcher > 1 coin de rue, au même niveau
- ☐ Monter 1 palier d'escaliers, en s'arrêtant sur le parcours
- ☐ Monter 1 palier d'escaliers, sans s'arrêter
- ☐ Monter > 1 palier d'escaliers, sans s'arrêter
- ☐ Courir à un rythme léger
- ☐ Courir à un rythme modéré ou intense
- ☐ Déplacer des objets lourds
- ☐ Tout sport aérobique (bicyclette, courir sur un tapis roulant, tennis, etc)
- ☐ Autre \_\_\_\_\_

## ***2.5 Quelle était la durée moyenne de l'essoufflement ?***

- ☐ Secondes
- ☐ < ou=15 minutes
- ☐ > 15 minutes
- ☐ Heures
- ☐ Jours

## **Autres questions**

### ***2.6 Avez-vous eu des changements dans vos médicaments à cause de vos symptômes?***

☐ Oui ☐ Non

### 3. Diagnostic et classification de la sévérité de l'angine

#### 3.1 Diagnostic d'angine

- ☐ Angine
- ☐ Équivalent angineux
- ☐ Douleur rétrosternale atypique
- ☐ Douleur ou essoufflement non-cardique
- ☐ Douleur cardiaque et syndrome du Cœur "sensible"
- ☐ Aucun des situations ci-dessous
- ☐ Autre \_\_\_\_\_

#### 3.2 Sévérité (veuillez cocher la sévérité seulement si "angine" ou "équivalent angineux" ont été cochés, ci-haut)

- **Classe I:** L'activité physique ordinaire ne cause pas d'angine ou d'équivalent-angineux, comme monter les escaliers ou marcher. L'angine survient lors des activités physiques prolongés, rapides ou d'intensité élevée, au travail ou lors de moments de récréation
- **Classe II:** Légère limitation de l'activité physique ordinaire. Angine/équivalent angineux en marchant ou en montant les escaliers rapidement, en montant une pente, en marchant ou en montant les escaliers après un repas, ou dans le froid, ou avec le vent, ou lors de stress émotionnel ou lors des premières heures du réveil. Angine ou équivalent angineux, si on marche plus de deux coins de rue, au même niveau ou si on monte plus d'un palier d'escaliers à un rythme normal et dans des conditions normales.
- **Classe III:** Limitation marquée de l'activité physique ordinaire. Marcher un à deux coins de rue sur le même niveau et monter un palier d'escaliers dans des conditions normales et à un rythme normal.
- **Classe IV:** Incapacité de poursuivre les activités physiques sans inconfort significatif. Le syndrome d'angine ou l'équivalent d'angine peut être présent au repos.

### Supplément D – Journal d'angine

***Journal d'angine régulier***

Date (jj/mm/aaaa)						
Avez-vous eu des épisodes d'angine aujourd'hui ?	<input type="checkbox"/> Oui combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui combien? _____ <input type="checkbox"/> Non
Avez-vous pris de la nitroglycérine à action rapide aujourd'hui ?	<input type="checkbox"/> Oui Combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui Combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui Combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui Combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui Combien? _____ <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui Combien? _____ <input type="checkbox"/> Non
Avez-vous d'autres inquiétudes aujourd'hui ?						

***Journal d'angine étendu***

1. Avez-vous eu des épisodes d'angine aujourd'hui ?

- a. ☐ Oui
- i. Si oui, combien d'épisodes ?
- ii. \_\_\_\_\_

- b. ☐ Non
2. Avez-vous pris de la nitroglycérine à action-rapide aujourd'hui ?
- a. ☐ Oui
- i. Si oui, s'il-vous plaît entrez le nombre de doses \_\_\_\_\_
- b. ☐ Non
3. Avez-vous d'autres inquiétudes aujourd'hui ? Si oui, s'il-vous plaît expliquez.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**Après une session de réadaptation cardiaque**

4. Avez-vous eu des épisodes d'angine durant le programme de réadaptation cardiaque à domicile?
- a. ☐ Oui
- b. ☐ Non
5. Si oui, avez-vous pris de la nitroglycérine durant l'exercice ?
- a. ☐ Oui
- i. Si oui, s'il-vous plaît entrez le nombre de doses \_\_\_\_\_
- b. ☐ Non
6. Deviez-vous arrêter l'exercice pour de l'angine ?
- a. ☐ Oui
- b. ☐ Non
7. Quel était le niveau d'intensité d'activité physique ?
- a. ☐ Très, très léger
- b. ☐ Très léger
- c. ☐ Léger
- d. ☐ Un peu difficile
- e. ☐ Difficile
- f. ☐ Très difficile
- g. ☐ Très, très difficile

## Supplément E – Définitions d'arythmie

Arythmie	Définition
<b>Tachyarythmie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibrillation auriculaire</li> <li>• Flutter auriculaire</li> <li>• Tachycardie auriculaire</li> <li>• Tachycardie supra-ventriculaire paroxystique</li> <li>• Tachycardie ventriculaire</li> </ul>
<b>Bradyarythmie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pause sinusale</li> <li>• Bloc AV de 2ème degré type I ou II</li> <li>• Bloc AV de 3<sup>ème</sup> degré</li> </ul>
<b>Autres arythmies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extra-systole(s) auriculaire(s)</li> <li>• Extra-systole(s) ventriculaire(s)</li> </ul>



## Supplément F – Résultats selon le type de revascularisation coronarienne

*Évolution des pointages obtenus via les questionnaires et l'épreuve d'effort, entre la visite avant et celle après coronarographie, chez les patients ayant eu une revascularisation coronarienne chirurgicale ou percutanée*

	Visite 1 Médiane (IIQ)	Visite 2 Médiane (IIQ)	Valeur P
<b>« Short Form-36 »</b>			
Composante de pointage physique (PCS)	41.4 (11.1)	44.7 (8.2)	< 0.01
Composante de pointage mental (MCS)	52.6 (16.0)	50.0 (19.2)	0.45
Fonction physique (PF)	70.0 (23.6)	80.0 (26.1)	0.03
Limitations due à la santé physique (RP)	56.3 (12.5)	53.1 (26.6)	0.27
Limitations due à la douleur (BP)	51.0 (18.5)	52.0 (35.5)	0.17
Limitations due aux problèmes émotionnels (RE)	79.2 (33.3)	75.0 (43.8)	0.36
Santé Globale (GH)	54.5 (35.8)	59.5 (36.8)	0.09
Énergie/Vitalité (VT)	56.3 (28.1)	53.2 (25.0)	0.29
Fonctionnement social (SF)	87.5 (37.5)	81.3 (37.5)	0.46
Santé mentale (MH)	75.0 (18.8)	77.5 (26.3)	0.28
<b>Questionnaire d'angine de Seattle</b>			
Limitation physique (PL)	63.9 (23.6)	83.3 (33.3)	0.02

Stabilité de l'angine (AS)	50.0 (0)	50.0 (50.0)	< 0.01
Fréquence de l'angine (AF)	60.0 (37.5)	100.0 (30.0)	< 0.01
Satisfaction du traitement (TS)	81.3 (29.7)	100.0 (17.0)	< 0.01
Perception de la maladie (DP)	58.3(47.9)	66.7 (41.6)	0.18
<b>Indice de sensibilité à l'anxiété</b>			
Pointage Total	15.0 (17.8)	15.0 (16.0)	0.33
Composante de pointage physique (PCF)	8.0 (11.5)	10.0 (8.0)	0.31
Composante de pointage social (SCF)	5.0 (6.0)	5.0 (4.0)	0.38
Fonction cognitive globale (CGF)	2.0 (3.8)	0.0 (3.0)	0.12
<b>« General Anxiety Questionnaire »</b>			
Pointage Total	2.0 (6.8)	4.0 (6.0)	0.22
<b>Tapis roulant</b>			
Protocole RAMP	8.0 (0)	8.0 (0)	0.50
Durée sur le tapis, s	432.5 (114.0)	442.0 (186.5)	0.33
Borg maximal	17.0 (2.0)	17.0 (2.0)	0.33
METS maximal	6.4 (1.1)	6.7 (2.1)	0.23
Électriquement positive, n (%)	13.0 (50.0)	3.0 (11.5)	< 0.01
Cliniquement positive, n (%)	20.0 (76.9)	8.0 (31.0)	< 0.01
Critères de haut risque, n (%)	8.0 (31.0)	1.0 (0.04)	< 0.01

**Abréviations :** IIQ : Intervalle interquartile ; SF :36 : « Short Form-36 »; PF : Fonction Physique; RP: Limitations dues à la santé physique; BP: Limitations due à la douleur; GH: Santé Globale; VT: Énergie/Vitalité; SF: Fonctionnement Social; RE: Limitation due aux problèmes émotionnels; MH; Santé Mentale; PCS: Composante de Pointage physique; MCS: Composante de pointage mental; QAS: Questionnaire d'angine de Seattle; PL: Limitation physique; AS: Stabilité de l'angine; AF: Fréquence de l'angine; TS: Satisfaction du Traitement; DP: Perception de la Maladie; ASI: « Anxiety Sensitivity Index »; PCS: Composante de pointage physique; SCF: Composante de pointage social; CGF: Fonction cognitive globale; GAD: « General Anxiety Disorder »; s: secondes; Fc: Fréquence Cardiaque ; TA : Tension artérielle ; BPM : Battements par minute.

## Supplément G – Évolution des mesures d'évaluation du l'angine chez ceux traités médicalement.

*Évolution des pointages obtenus via les questionnaires et l'épreuve d'effort, entre la visite avant et celle après coronarographie, chez les patients ayant eu un traitement médical*

	Visite 1 Médiane (IIQ)	Visite 2 Médiane (IIQ)	Valeur P
<b>« Short Form-36 »</b>			
Composante de pointage physique (PCS)	38.2 (8.3)	29.6 (9.1)	0.16
Composante de pointage mental (MCS)	53.0 (13.0)	50.9 (6.0)	0.44
Fonction physique (PF)	52.5 (15.8)	45.0 (25.0)	0.28
Limitations due à la santé physique (RP)	65.6 (43.8)	46.9 (20.3)	0.23
Limitations due à la douleur (BP)	51.5 (3.5)	36.0 (23.0)	0.15
Limitations due aux problèmes émotionnels (RE)	62.5 (16.7)	70.8 (16.7)	0.24
Santé Globale (GH)	48.5 (17.8)	37.5 (12.7)	0.33

Énergie/Vitalité (VT)	62.5 (18.8)	59.4 (16.7)	0.33
Fonctionnement social (SF)	81.3 (18.8)	75.0 (56.3)	0.44
Santé mentale (MH)	82.5 (27.5)	77.5 (7.5)	0.50
<b>Questionnaire d'angine de Seattle</b>			
Limitation physique (PL)	52.8 (14.6)	59.8 (22.2)	0.33
Stabilité de l'angine (AS)	25.0 (12.5)	62.5 (37.5)	0.06
Fréquence de l'angine (AF)	35.0 (40.0)	50.0 (62.5)	0.28
Satisfaction du traitement (TS)	75.0 (18.8)	62.5 (34.4)	0.23
Perception de la maladie (DP)	58.3 (54.2)	45.8 (16.7)	0.50
<b>Indice de sensibilité à l'anxiété</b>			
Pointage Total	9.0 (9.8)	15.5 (11.0)	0.40
Composante de pointage physique (PCF)	4.0 (7.3)	7.0 (12.5)	0.33
Composante de pointage social (SCF)	5.0 (2.0)	7.0 (4.5)	0.33
Fonction cognitive globale (CGF)	0.0 (0.5)	1.0 (2.5)	0.25
<b>« General Anxiety Questionnaire »</b>			
Pointage Total	3.0 (3.5)	1.5 (2.3)	0.33
<b>Tapis roulant</b>			
Protocole RAMP	8.0 (1.0)	8.0 (0.5)	0.25
Durée sur le tapis, s	369.0 (102.0)	454.5 (140.5)	0.44

Borg maximal	17.0 (1.5)	17.0 (1.5)	0.39
METS maximal	5.3 (2.0)	6.5 (2.0)	0.44
Électriquement positive, n (%)	0 (0)	0 (0)	0.21
Cliniquement positive, n (%)	2 (50.0)	2 (50.0)	0.23
Critères de haut risque, n (%)	0 (0)	0 (0)	0.23

---

**Abbréviations :** IIQ : Intervalle interquartile ; SF :36 : « Short Form-36 »; PF : Fonction Physique; RP: Limitations dues à la santé physique; BP: Limitations due à la douleur; GH: Santé Globale; VT: Énergie/Vitalité; SF: Fonctionnement Social; RE: Limitation due aux problèmes émotionnels; MH; Santé Mentale; PCS: Composante de Pointage physique; MCS: Composante de pointage mental; QAS: Questionnaire d'angine de Seattle; PL: Limitation physique; AS: Stabilité de l'angine; AF: Fréquence de l'angine; TS: Satisfaction du Traitement; DP: Perception de la Maladie; ASI: « Anxiety Sensitivity Index »; PCS: Composante de pointage physique; SCF: Composante de pointage social; CGF: Fonction cognitive globale; GAD: « General Anxiety Disorder »; s: secondes; Fc: Fréquence Cardiaque ; TA : Tension artérielle ; BPM : Battements par minute.

---